



**Projet CORUS N° 6071**

**« EVALUATION DE LA DURABILITE ECOLOGIQUE ET  
SOCIOECONOMIQUE DES SYSTEMES DE CULTURE SEDENTARISES A  
BASE D'IGNAME AU BENIN »**

**(RAPPORT SCIENTIFIQUE)**

**RAPHIOU MALIKI, CRA-CENTRE/INRAB  
DENIS CORNET, CIRAD/IITA**

**DECEMBRE, 2009**

## Préface

Le Projet de Coopération pour la Recherche Universitaire et Scientifique (CORUS) n° 6071 est d'une durée de 3 ans impliquant les institutions du Sud et du Nord ci-après:

- Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB);
- Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi (FSA-UAC) et le Forum International pour le Développement et l'Echange de Savoir et savoir-faire au service d'une Promotion Rurale Auto-entretenu (FIDESPRA) ;
- Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) ;
- Institut National de Recherche Agronomique (INRA);
- Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux.

Le projet est financé par l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement) agissant comme mandataire pour le compte du Ministère Français des Affaires Etrangères.

Les Coordinateurs du projet se présentent comme suit :

- Coordinateur général : Prof. Dr Rigobert Tossou (UAC)
- Coordinateur scientifique du Nord : Dr Hervé Rey (CIRAD)
- Coordinateur scientifique Sud1 : Dr Anne FLOQUET(UAC)
- Coordinateur scientifique Sud2 : Dr AIHOU Kouessi (INRAB)

## Acronymes

<b>CIRAD:</b>	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
<b>CRA-Centre:</b>	Centre de Recherches Agricoles Centre
<b>CORUS:</b>	Projet de Coopération pour la Recherche Universitaire et Scientifique
<b>FAO</b>	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
<b>FIDESPRA:</b>	Forum International pour le Développement et l'Echange de Savoir et savoir-faire au service d'une Promotion Rurale Auto-entretenu
<b>FSA:</b>	Faculté des Sciences Agronomiques
<b>IITA:</b>	Institut International d'Agriculture Tropicale
<b>INRA:</b>	Institut National de Recherche Agronomique
<b>INRAB:</b>	Institut National des Recherches Agricoles du Bénin
<b>ONG:</b>	Organisation Non Gouvernementale
<b>PADSE:</b>	Projet d'Amélioration et de Diversification des Systèmes d'Exploitation
<b>TCP</b>	Projet de Coopération Technique
<b>UAC :</b>	Université d'Abomey-Calavi
<b>UNIHO</b>	Université de Hohenheim

## Table des matières

Préface.....	2
Acronymes.....	3
1. Introduction et justification.....	7
2. Objectifs du projet.....	10
3. Résultats attendus.....	11
4. Milieu d'étude.....	12
5. Résultat 1 : Des exploitations produisant de l'igname sont décrites dans leur diversité.....	13
5.1. Diagnostic participatif sur les systèmes de production à base d'igname dans la région Centre du Bénin.....	13
5.1.1. Objectifs spécifiques .....	13
5.1.2. Choix des villages et enquête diagnostique.....	13
5.1.3. Résultats.....	14
5.1.3.1. Présentation des villages.....	14
5.1.3.2. Evènements historiques des villages sur l'igname .....	25
5.1.3.3. Mode de tenure foncière.....	28
5.1.3.4. Equipements.....	29
5.1.3.5. Mode d'accès au crédit.....	29
5.1.3.6. Main d'œuvre.....	30
5.1.3.7. Aspect post récolte.....	32
5.1.3.8. Division du travail et aspect genre.....	36
5.1.3.9. Typologie et profils des producteurs d'ignames.....	37
5.1.3.10. Evolution de la diversité variétale.....	42
5.1.3.11. Contraintes de production.....	44
5.1.4. Discussions.....	49
6. Résultat 2 : Des outils génériques de suivi et de compréhension du fonctionnement de la culture d'igname sont élaborés.....	52
7. Résultat 3: L'influence des plantes de couverture sur certains facteurs du milieu dans deux systèmes de culture à base d'igname est mieux connue.....	53
7.1. Evaluation des déterminants de la variabilité des rendements et composantes de rendements des ignames <i>Dioscorea spp.</i> dans les systèmes de culture sédentarisés à base d'igname .....	53
7.1.1 Objectifs spécifiques .....	54
7.1.2 Approche méthodologique.....	54
7.1.2.1. Dispositifs cultureux.....	54
7.1.2.2. Observations et mesures.....	59
7.1.2.3. Description des variables.....	60
7.1.2.4. Analyse statistique et économique.....	68
7.2. Evaluation de l'effet des plantes améliorantes/extraits aqueux sur l'incidence des maladies et ravageurs des ignames <i>Dioscorea spp.</i> ....	69
7.2.1. Objectifs spécifiques.....	71
7.2.2. Approche méthodologique.....	72
7.2.2.1. Dispositifs expérimentaux au stade végétatif.....	72
7.2.2.2. Dispositifs expérimentaux en post récolte.....	72
7.2.2.3. Observations et mesures.....	72
7.2.2.4. Analyse statistique.....	74
7.3. Evaluation de l'effet de compétition ou complémentarité écologique dans le système de production d'igname en association avec le	

<i>Gliricidia sepium</i> .....	74
7.3.1. Objectifs spécifiques.....	75
7.3.2. Approche méthodologique.....	75
7.3.3. Observations et mesures.....	75
7.3.4. Analyse statistique.....	75
7.4. Evaluation de l'effet de la jachère plantée et plante de couverture sur les besoins et profils de la main d'oeuvre dans les systèmes de production à base d'igname.....	75
7.4.1. Objectifs spécifiques.....	76
7.4.2. Approche méthodologique.....	76
7.4.3. Analyse socio-économique.....	77
7.5. Evaluation de l'effet de la jachère plantée et la plante de couverture sur la productivité de la terre, de la main d'œuvre et du capital dans les systèmes de production à base d'igname.....	77
7.5.1. Objectifs spécifiques.....	77
7.5.2. Approche méthodologique.....	77
7.6. Evaluation de l'efficacité d'utilisation du rayonnement utile à la photosynthèse dans le système de production d'igname en association avec le <i>Gliricidia sepium</i> .....	78
7.6.1. Objectifs spécifiques.....	79
7.6.2. Approche méthodologique.....	79
8. Résultat 4 : Des modèles de bilan nutritionnel pour deux systèmes de culture durable à base d'igname sont établis.....	80
8.1. Evaluation de l'effet de la jachère plantée et la plante de couverture sur le bilan des éléments minéraux dans les systèmes de production d'igname.....	80
8.1.1. Objectifs spécifiques.....	80
8.1.2. Observations et mesures .....	80
8.1.3. Analyse du bilan des éléments minéraux.....	81
9 Quelques difficultés rencontrées.....	81
10 Résultat 5 : Les attributs du milieu qui déterminent les choix de systèmes de culture et itinéraires techniques à igname (produits issus de la collaboration entre les deux volets) sont identifiés pour la zone agro écologique investiguée.....	82
10.1 Objectifs spécifiques.....	82
10.2 Analyse de la dynamique des systèmes de production à base d'igname.....	82
10.3 Calendrier cultural des systèmes de culture à base d'igname.....	87
10.4 Compte d'exploitation des systèmes de cultures à base d'igname.....	95
11 Résultat 6 : Des modèles bioéconomiques d'exploitation sont conçus et calibrés. Des simulations prospectives sont réalisées et analysées.....	102
11.1 Conception de modèle bioéconomique pour divers itinéraires techniques de production d'igname dans les exploitations familiales agricoles de la région centre du Bénin.....	103
11.1.1. Objectifs.....	103
11.1.2. Modèle individuel d'exploitation à base d'igname.....	103
11.1.3. Modèle village à base d'igname.....	122

11.1.4.	Analyse statistique.....	126
11.1.5.	Simulation des modèles ménages et village à base d'igname.....	127
12	Résultat 7: Les effets de l'igname sur la végétation sont évalués en comparant des zones et des périodes.....	127
12.1	Evaluation des effets de l'igname sur la végétation.....	127
12.1.1	Objectifs.....	127
12.1.2	Analyse de la dynamique spatiale du couvert végétal .....	127
13	Résultat 8: Des outils d'appui à la prédiction de l'évolution de la production d'igname sont produits.....	132
13.1	Elaboration des outils d'appui à la prédiction de l'évolution de la production d'igname.....	132
14	Résultat 9: La formation d'étudiants, de chercheurs et d'enseignants- chercheurs béninois et français est assurée .....	133
14.1	Conduite des formations d'étudiants, de chercheurs et d'enseignants- chercheurs béninois et français.....	133
15	Niveau de réalisation des activités.....	134
	Conclusion et perspectives.....	139
	Références bibliographiques.....	140
	Annexes.....	145

## 1. Introduction et justification

En Afrique de l'Ouest, la production d'igname joue un rôle primordial dans la sécurité alimentaire des populations, tant rurales qu'urbaines. Cette production a connu une croissance soutenue estimée à plus de 3% par an durant les trois dernières décennies et sa consommation s'est élargie à des populations traditionnellement non consommatrices. Malgré de nombreuses contraintes liées aux exigences de la plante en termes de fertilité des sols et de main-d'œuvre, cette production connaît une forte expansion car l'igname est ancrée dans les traditions culturelles. De plus, l'igname s'avère très profitable aux agriculteurs qui en ont fait une culture marchande ainsi qu'aux acteurs en aval de la filière tant pour le tubercule frais que pour les cossettes.

Cependant, la croissance de la production s'est faite essentiellement de façon extensive par défriche-brûlis au détriment des zones boisées, pratique fortement dommageable pour l'environnement. A terme, ce mode de production traditionnel est condamné par l'épuisement des ressources naturelles favorables (zones de jachères longues arborées). Il est donc urgent de développer avec les producteurs des alternatives techniques adaptées aux petits producteurs permettant une production durable d'igname dans le cadre de systèmes de production sédentarisés et déconnectés de la culture sur défriche-brûlis. Cette problématique est régionale.

Depuis peu, la recherche agronomique propose des systèmes utilisant des plantes dites de services, restauratrices de la fertilité du sol par exemple, dans des rotations ou des associations à base d'igname. Mais les connaissances sur la physiologie de la plante elle-même sont si fragmentaires et incomplètes qu'un pilotage de ces nouveaux systèmes sur la base de connaissances agronomiques reste limité. La gestion de la nutrition de la plante, de sa croissance et de son développement repose sur des connaissances fragmentaires et parfois contradictoires. Les chercheurs en sont alors réduits à un apprentissage par l'expérience similaire à celui des producteurs.

Au Bénin, des alternatives aux systèmes de culture sur jachères longues commencent à voir le jour. Les jachères améliorées de *Mucuna pruriens* et les techniques d'agroforesterie, comme l'utilisation de légumineuses arbustives pour la culture en couloir et le tuteurage vivant (Doppler et Floquet, 1996), ont montré des premiers résultats encourageants. Récemment, trois projets ont permis de renforcer les capacités des équipes de la sous-région dans ces domaines et de générer une importante masse de connaissances :

- Le projet « Poverty Alleviation and Enhanced Food Availability in West Africa through Improved Yam Technologies ». Financé par le FIDA et coordonné par l'IITA (International Institut of Tropical Agriculture), visait au renforcement des recherches sur l'igname dans cinq pays ouest africains (Bénin, Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria et Togo). L'INRAB, l'ITRA et le CIRAD ont participé à ce projet.
- Le projet FAO TCP/BEN/3002 (A): « Appui à la production durable d'ignames adaptée à la demande des marchés urbains », sur fonds FAO (2005-2006) qui associe l'INRAB et le CIRAD.

- Le projet « Intensification durable de la production d'igname de qualité acceptable pour la transformation et la consommation au Bénin, Togo et Burkina Faso » sur fonds compétitifs CORAF/WE CARD (2004-2008), qui associe l'INRAB, le CIRAD, la FSA, l'ITRA et l'INERA.

Ces projets ont permis d'identifier deux systèmes de culture offrant des solutions techniques durables. Il s'agit de la jachère améliorée à *Aeschynomene histrix*, développée au Centre Bénin par l'INRAB et le semis direct sur couverture végétale de *Pueraria phaseoloides*, développé au Bénin par le CIRAD en partenariat avec l'INRAB. Dans les deux cas, la possibilité d'un tuteurage de l'igname avec le *Gliricidia sepium* est envisagée. Un référentiel technico-économique (Maliki et al., 2005) et un film documentaire (Cornet, 2006) en français et en langues locales sont maintenant disponibles. Ils décrivent les itinéraires techniques applicables pour une région donnée.

Les systèmes sédentarisés développés par la recherche suscitent un intérêt certain de la part des producteurs. Des études récentes confirment cet intérêt (Maliki, 2006). L'adoption -au moins à petite échelle - dépasse les seules zones où les travaux d'expérimentation ont été conduits. Il manque néanmoins une vue d'ensemble des nouveaux systèmes de production qui émergeront de l'adoption et de leurs effets sur les facteurs de durabilité tant écologique que sociale et économique. Une analyse ex ante permettrait d'améliorer la compréhension des systèmes actuels et d'identifier les blocages dans les systèmes de production. Une telle analyse permettrait aussi de proposer des recommandations aux décideurs politiques afin de lever certaines contraintes-clé au niveau de l'organisation de la filière.

Plusieurs types de questionnement scientifique émergent de ce contexte.

L'option « développement » revendiquée par les projets précédents (FAO, CORAF) est insuffisante pour comprendre les mécanismes d'élaboration du rendement de l'igname. Or, si la problématique de sédentarisation de la culture est commune à la sous-région de l'Afrique de l'Ouest, les solutions techniques à apporter sont susceptibles de varier selon les conditions locales. Ainsi, que ce soit en cours d'élaboration ou au moment de diffuser et d'adapter les solutions techniques identifiées, certaines questions liées au manque de connaissance sur la plante se posent de manière récurrente. Le premier type de questionnement scientifique concerne donc la compréhension du fonctionnement de la culture d'igname en général et de certains facteurs en particulier.

En effet, l'influence de la nutrition minérale sur l'élaboration du rendement reste encore mal connue. En 60 ans, et sur plus de 200 essais de fertilisation de la culture d'igname, seuls 56% ont montré une réponse positive en terme de rendement et seulement 22% présentent des différences significatives entre traitements (Cornet et al., 2005). Il est surprenant que les producteurs béninois n'appliquent pas l'engrais alors que ceux du sud-ouest du Nigeria en appliquent.

Le terme même de fertilité est sujet à controverse. Cornet (2005) met en évidence une contradiction entre les seuils de tolérance ou de réponse à la fertilisation identifiés dans la littérature et les propriétés des sols sur lesquels l'igname est cultivée avec succès dans les principales zones productrices du Nigeria. Le ou les



rôles de la matière organique, souvent mis en avant pour expliquer la nécessité de recourir aux jachères longues, restent aussi à préciser.

De manière plus générale, on ne connaît que très peu la plante et son fonctionnement (Onwueme and Haverkort, 1991). La revue bibliographique de Cornet (2005) a permis de souligner les limites de l'approche expérimentale, notamment concernant la fertilisation minérale, et la nécessité de les contourner par des expérimentations plus mécanistes qui permettront, à moyen terme, de mieux comprendre la plante et sa culture. L'intérêt est d'apporter une vision dynamique et quantitative de l'action combinée de différents facteurs du milieu sur le fonctionnement d'ensemble de la culture.

En second lieu, il convient de se questionner sur les déterminants et les effets de l'adoption des systèmes innovants, souvent complexes et modifiant parfois considérablement le paysage agricole et les systèmes de production paysans. A ce jour, les déterminants écologiques et socio-économiques ainsi que les effets des systèmes endogènes de culture d'igname sont assez mal connus, notamment les effets : (i) des adaptations endogènes des systèmes de production traditionnels face à l'appauvrissement des sols, (ii) la réduction de la taille des exploitations et (iii) la demande soutenue des marchés urbains. Doppler et Floquet (1999) font remarquer la valorisation croissante pour la culture d'igname, des bas-fonds, plus fertiles. Vernier quant à lui, met l'accent sur l'abandon des variétés les plus exigeantes mais aussi les plus rémunératrices (Vernier et Dossou 2003), souvent au profit des ignames à cossettes (*D. rotundata* tardives et *D. alata*). Maliki (2006) identifie divers changements dans le mode de préparation du sol avant la culture de l'igname et l'apparition de nouvelles rotations à igname incluant des cultures assez innovantes pour la région comme le soja. Néanmoins, les connaissances actuelles ne permettent pas de comprendre si certains changements du milieu sont réversibles, ni pourquoi. A terme, les effets potentiels de l'adoption de technologies recyclant de la biomasse vont dépendre de cette capacité de réversibilité des changements de milieu.

A une échelle régionale, les divers travaux du programme ECOCITE autour de Parakou, montrent qu'une production d'igname périurbaine perdure malgré l'expansion spatiale de la ville et l'appauvrissement des terres périurbaines, grâce à des coûts de transport et transaction réduits. Mais cette production est de plus en plus concurrencée par une production de zones forestières plus éloignées. Dans ces zones éloignées, de nombreux migrants des zones traditionnelles et aujourd'hui dégradées de production d'igname affluent en quête de travail salarié saisonnier puis de terres. Une certaine intensification en zones proches des marchés de collecte n'exclurait alors pas la progression des fronts pionniers et la destruction des forêts. Jusqu'à ce jour, l'évolution du paysage des zones de forte production d'igname n'a pas été analysée en prenant en compte l'interaction de ces facteurs.

A fortiori, les déterminants et les effets de l'adoption de nouvelles technologies permettant l'insertion de l'igname dans des rotations en association avec des jachères plantées, plantes de couverture ou sous couvert végétal permanent restent à explorer.

Les premiers travaux montrent que du fait de la bonne rémunération des facteurs terre et travail par l'igname, l'adoption de technologies à plus forte demande en main-d'œuvre, mais générant une production additionnelle, comme celles présentées ci-dessus, permet d'améliorer le revenu du travail (Doppler et Floquet, 2000). Les valeurs actualisées nettes des systèmes de culture après adoption des diverses technologies se révèlent plus élevées que les valeurs ajoutées du système local de référence tant en situation de forte que de faible densité foncière (Maliki, 2006).

L'exploration des effets et impacts sur les divers systèmes de production d'une région devra permettre d'évaluer les effets sur la végétation naturelle. L'adoption peut en effet contribuer à une intensification de la production sur peu de surface dans l'exploitation du fait de contraintes de main-d'œuvre et à une concentration dans des zones proches des centres urbains, laissant ainsi quelques chances aux dernières zones forestières d'échapper à la déforestation ou au contraire, elle peut encourager l'expansion spatiale de la production et ceci jusqu'à de grandes distances des centres de consommation.

Si l'ensemble de ces questions n'ont pas encore été posées ni traitées en ce qui concerne l'igname, de nombreux travaux de recherche ont déjà été conduits pour combiner les questionnements sur les changements dans des systèmes écologiques et dans les systèmes de production qui en dépendent et qui les génèrent en retour. Une modélisation peut permettre de formaliser ces questionnements.

## **2. Objectifs du projet**

L'objectif **scientifique du projet** est une meilleure compréhension des facteurs influençant le rendement et l'adoption de techniques culturales garantissant une production durable. Il s'articule autour de deux volets : (1) l'analyse du fonctionnement du couvert d'igname en relation avec son environnement et notamment l'influence des légumineuses (plantes de service) sur certains facteurs clés du milieu et (2) l'analyse dynamique des déterminants et des effets de divers types d'itinéraires techniques à base d'igname sur les exploitations et sur les ressources naturelles gérées par ces exploitations. Le projet se donne comme objectif de développer ou d'adapter des outils d'analyse des systèmes de production à base d'igname permettant de résoudre quelques unes des questions majeures concernant l'évaluation de leur durabilité.

L'**objectif de formation du projet** est (i) de contribuer directement à la formation diplômante d'étudiants béninois et européens principalement en agronomie, écophysiologie, économie (stages de masters et doctorats) (ii) de contribuer à la formation continue des enseignants-chercheurs et chercheurs béninois et français, à travers des séminaires et ateliers. L'association pluri-institutionnelle (Université, Centres de recherches béninois et français, ONG) a pour objectif de faire émerger et fonctionner un groupe de recherche pluridisciplinaire durable et d'impliquer étroitement les étudiants dans les démarches de recherche.

L'**objectif opérationnel** est de connaître les contraintes à l'adoption et les facteurs biologiques, physico-chimiques et socioéconomiques favorisant ou limitant la diffusion de deux systèmes de culture durable à base d'igname. Cette connaissance devrait permettre de concevoir des outils d'aide à la décision et des

recommandations destinés aux chercheurs et aux agents vulgarisateurs ouest africains mais aussi aux décideurs politiques sous-régionaux.

### 3. Résultats attendus

- Des exploitations produisant de l'igname sont décrites dans leur diversité.
- Des outils génériques de suivi et de compréhension du fonctionnement de la culture d'igname sont élaborés.
- L'influence des plantes de couverture sur certains facteurs du milieu dans deux systèmes de culture à base d'igname est mieux connue.
- Des modèles de bilan nutritionnel pour deux systèmes de culture durable à base d'igname sont établis.
- Les attributs du milieu qui déterminent les choix de systèmes de culture et itinéraires techniques à igname (produits issus de la collaboration entre les deux volets) sont identifiés pour la zone agro écologique investiguée.
- Des modèles bioéconomiques d'exploitation sont conçus et calibrés. Des simulations prospectives sont réalisées et analysées.
- Les effets de l'igname sur la végétation sont évalués en comparant des zones et des périodes.
- Des outils d'appui à la prédiction de l'évolution de la production d'igname sont produits.
- La formation d'étudiants, de chercheurs et d'enseignants-chercheurs béninois et français est assurée.

Le projet est structuré autour de deux volets qui organisent les accrochages disciplinaires. Le premier volet **"analyse du fonctionnement du couvert d'igname en relation avec son environnement"** (en abrégé agrophysiologie des ignames). Le second s'intitule **"déterminants et effets socioéconomiques des pratiques culturelles de l'igname"** (en abrégé impact socioéconomique).

La formation par la recherche d'étudiants de troisième cycle est privilégiée, à travers la réalisation prévue de deux thèses : **Thèse de Maliki Raphiou** (*impact socioéconomique*) et **Thèse de Cornet Denis** (*agrophysiologie des ignames*), et de plusieurs mémoires de 3<sup>ème</sup> cycle (DEA, DESS, mémoires d'ingénieurs) pour des étudiants béninois et francophones.

Différents étudiants béninois et européens pourront, dans le cadre du projet réaliser leur mémoire de master (4) ou d'ingénieur (4) dans les différents laboratoires béninois et français.

Les missions extérieures seront valorisées à travers l'organisation de séminaires dont un sur « La modélisation bioéconomique » et un sur « La caractérisation du développement racinaire in situ des cultures annuelles ».

Le présent rapport d'activités du projet pour le premier semestre 2009 s'articulera autour de deux volets: volet socio-économique et volet agro-écologique.

#### 4. Milieu d'étude

La zone d'étude est la région des Collines (Figure 1), une zone de production d'igname par excellence située au Centre du Bénin.

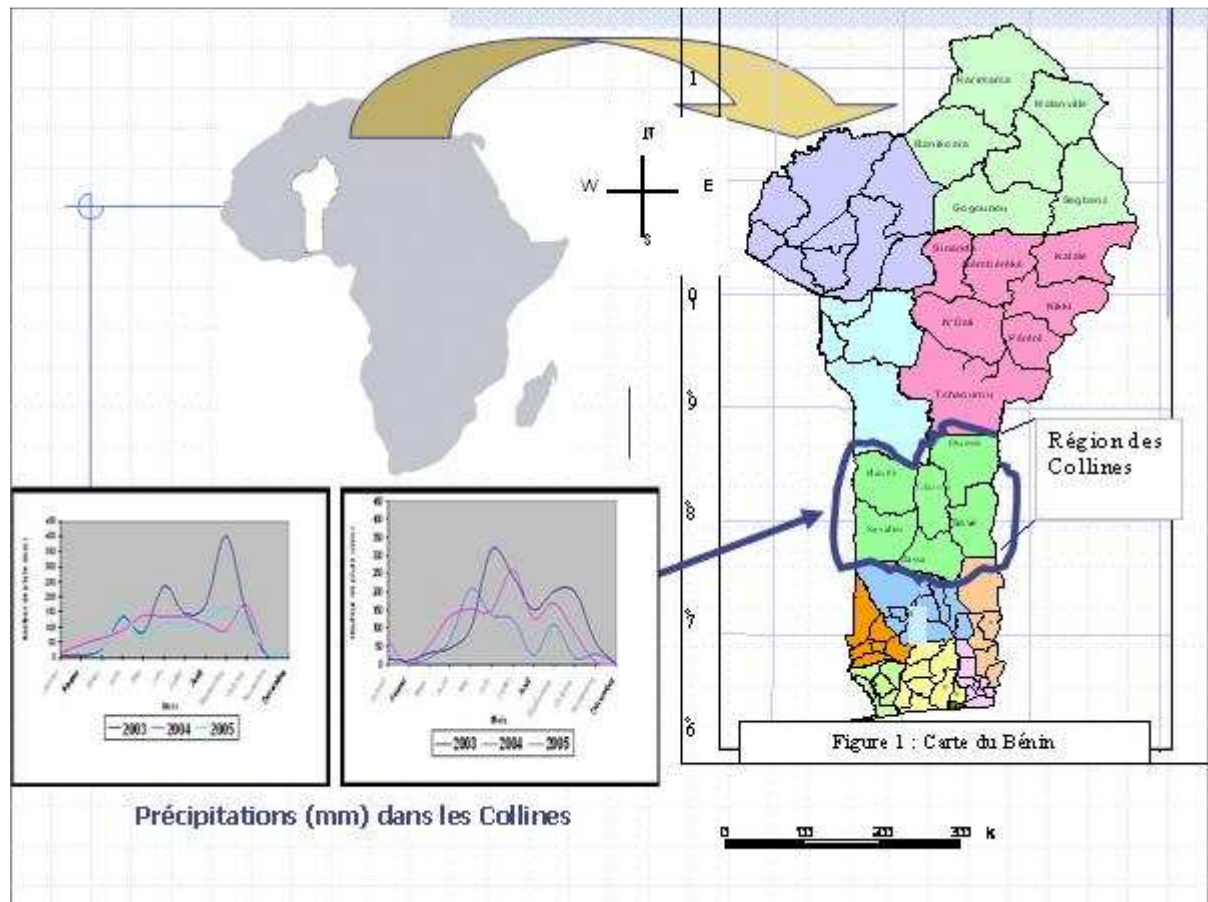


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

Elle est comprise entre la latitude 7°45' et 8°40' Nord et la longitude 2°20' et 2°35' Est. Elle est caractérisée par une différenciation liée à la durée des occupations humaines et à la densité de peuplement. On distingue une zone à forte pression démographique avec une densité de 49 habitants/km<sup>2</sup> (Dassa-Zoumé, Glazoué) et une zone à pression démographique relativement faible (Savalou, Bantè, Savè et Ouessè) avec une densité moyenne de 25 habitants/km<sup>2</sup>.

La densité de peuplement et les mouvements migratoires saisonniers ou permanents ont une incidence prononcée sur l'état des ressources naturelles (sols, végétation, eaux, faune) (Dugué et al., 2000).

La zone jouit d'un climat de type soudano-guinéen. Elle constitue une zone de transition entre le Sud à régime pluviométrique bimodal et le Nord à régime pluviométrique monomodal. La pluviométrie annuelle varie entre 800 mm et de 1200 mm avec une répartition inégale et une tendance à la baisse ces dernières années.

Les sols sont principalement de type ferrugineux tropical à concrétions sur socle cristallin relativement riches en éléments minéraux. Les propriétés physiques des sols sont variables selon leur teneur en argile (Agossou et al., 2002). La végétation varie de la savane claire très ouverte au Sud vers une forêt semi-décidue au Nord-

Ouest. La savane arborée domine dans l'ensemble. Le maïs, l'arachide, le manioc, l'igname constituent les principales cultures vivrières. Le coton, le soja et l'anacarde constituent les principales cultures de rente.

## **5. Résultat 1 : Des exploitations produisant de l'igname sont décrites dans leur diversité**

### **5.1. Diagnostic participatif sur les systèmes de production à base d'igname dans la région Centre du Bénin**

Une enquête diagnostique dans les systèmes de production à base d'igname a été conduite dans la région des Collines. L'objectif du diagnostic est de faire l'état des lieux des systèmes de production à base d'igname dans l'optique d'avoir une meilleure compréhension de la dynamique des systèmes de production à base d'igname.

#### **5.1.1. Objectifs spécifiques**

- Décrire les systèmes de production à base d'igname;
- Catégoriser les producteurs d'igname;
- Analyser l'évolution de la diversité variétale d'igname;
- Identifier les contraintes à la production d'igname.

#### **5.1.2. Choix des villages et enquête diagnostique**

L'enquête diagnostique a été conduite dans 10 villages du Département des Collines par une équipe pluridisciplinaire du 27 au 31 juillet 2008 (annexe 1). Les villages ont été choisis selon l'importance des fronts pionniers (inexistant, en cours de saturation, abondant) et l'ancienneté de l'installation des producteurs (autochtone, installation récente, migrant saisonnier) sur la base des données secondaires (tableau 1).

Tableau 1: Villages enquêtés pour le diagnostic

N°	Localité	Commune
1	Adjanoudoho	Dassa
2	Aklankpa	Glazoué
3	Tchèti	Savalou
4	Djagballo	Bantè
5	Gbanlin	Ouessè
6	Toui-gare	Ouessè
7	Dani	Savè
8	Katakou	Savè
9	Magoumi	Glazoué
10	Boubou	Savè

Les guides d'entretien individuels et de groupe ont été élaborés par l'équipe prenant en compte entre autres le profil historique de l'igname et la carte villageoise, les itinéraires techniques de la production d'igname, le profil des producteurs, le classement des producteurs d'igname (annexe 2).

Des binômes ont été constitués en tenant compte de la connaissance en langues locales des enquêteurs.

Le diagnostic proprement dit a été conduit au moyen des entretiens individuels et de groupe, et visites de terrain:

- **les entretiens de groupes** : la composition des groupes varie selon la nature des informations recherchées. Les informations d'ordre général sont recueillies auprès de groupes hétérogènes ou homogènes et élargis tandis que les activités délicates en l'occurrence les classements des producteurs, ont été réalisées en groupe restreint pour préserver la confidentialité des informations. A travers ces entretiens de groupe, il a été recueilli des informations d'ordre général sur le village et le système de production au niveau du village.
- **les entretiens individuels** : à l'issue du classement des producteurs, un échantillon de taille variable a été retenu pour les entretiens individuels. Ces entretiens ont permis non seulement de vérifier les informations recueillies en entretien de groupe mais aussi de les approfondir et de les compléter.
- **les visites de terrain** : le but essentiel de cette phase est de vérifier les informations préalablement recueillies au cours des divers entretiens. Lorsque les circonstances le permettent il a été réalisé au cours de cette phase un transect pour montrer surtout les grandes formations pédologiques, la toposéquence, les formations végétales, les différentes utilisations de la terre etc.

L'approche de typologie dynamique a été utilisée (typologies à dire d'acteurs des producteurs d'aujourd'hui et d'autrefois) pour la catégorisation des producteurs d'ignames.

### 5.1.3. Résultats

#### 5.1.3.1. Présentation des villages

- **Village de Toui-gare**

Située au bord du chemin de fer à environ 17 Km de Kilibo centre (chef-lieu de l'arrondissement), le village Toui-gare, connaissait une animation particulière au temps où le train s'y arrêta. Il existe trois agglomérations du nom de Toui mais elles se différencient par leur situation géographique. Le village Toui-centre se situe au bord de la route nationale n°2 (Cotonou-Parakou). Le troisième village du nom de Toui-pk se situe aussi sur le réseau ferroviaire au nord de Toui-gare. Les coordonnées géographiques de Toui-gare sont : 07°59.46 latitude Nord, 002°52.35 longitude Est, altitude 153 m. Le village Toui-gare comprend quatre quartiers que sont : Sawaba, Gare, Okéodo et Camp Boko. Ce village est majoritairement peuplé par des populations venues de la Donga et de l'Atacora. Les groupes socioculturels majoritaires sont : Yoom (50%), Wama (15%), Ditamari (10%), Nagot (8%), Fon (7%), Berba (6%) et Peulh (4%). La figure 2 présente la carte du terroir du village de Toui-gare.

Selon les résultats du troisième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (2002), la population de ce village s'élève à 3395 habitants.

Toui-gare se situe dans une zone de transition climatique entre le soudanien et le subéquatorial. Le régime pluviométrique est parfois bimodal ou parfois uni modal. La petite saison des pluies ne se distingue pas clairement de la grande saison des pluies. La variabilité pluviométrique est sensible d'une année à une autre.

Le relief est une pénéplaine sur socle cristallin. Les sols sont de type ferrugineux tropical aux caractéristiques très variables. Aussi, retrouve-t-on dans les dépressions des sols qui connaissent une hydromorphie saisonnière. Les versants sont surtout occupés par des sols concrétionnés. Les sols des sommets de croupe sont surtout sableux. Les producteurs de Toui-gare distinguent sur leur terroir plusieurs types de sols. Ils en retiennent quatre principaux. Les sols sableux appelé en langue locale « ilè ignanri » sont généralement de texture poreuse et de couleur claire. Les sols humifères de couleur noirâtre sont appelés « ilè dudu ». On les retrouve généralement sur les fronts pionniers ou sur les anciennes friches. Le troisième type de sol est constitué des sols ferrugineux concrétionné « ilè tcowa ». Ils présentent des nodules de concrétion et sont généralement lessivés. Le quatrième type de sol regroupe les sols hydromorphes. Ils présentent une texture plus fine et une structure lourde. Il s'agit des sols argileux qui connaissent une hydromorphie.

Les formations végétales dominantes sont des savanes arborées à *Daniella Oliveiri*, *Vitelaria Pardoza*, *Pterocarpus Erinaceus* etc. Le village se situe à la lisière d'une forêt classée, fortement menacées par les actions anthropiques (recherche de terres fertiles, exploitation de bois d'œuvre et de chauffe etc.) et jalousement protégée par les forestiers.

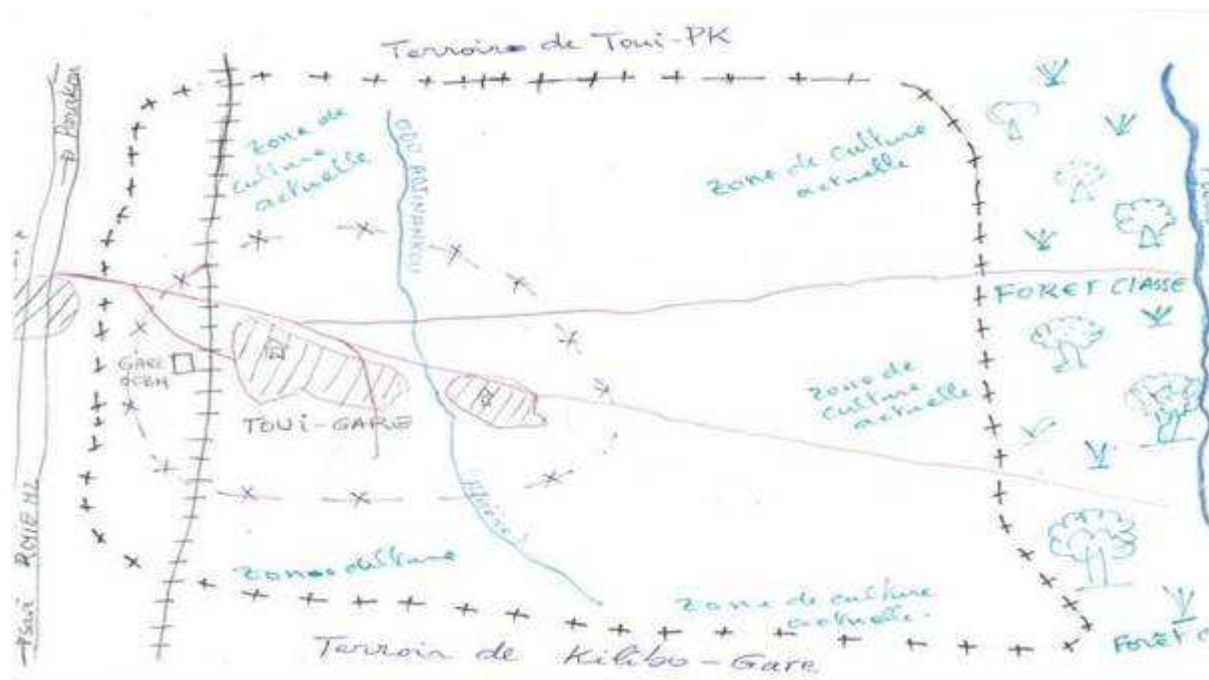
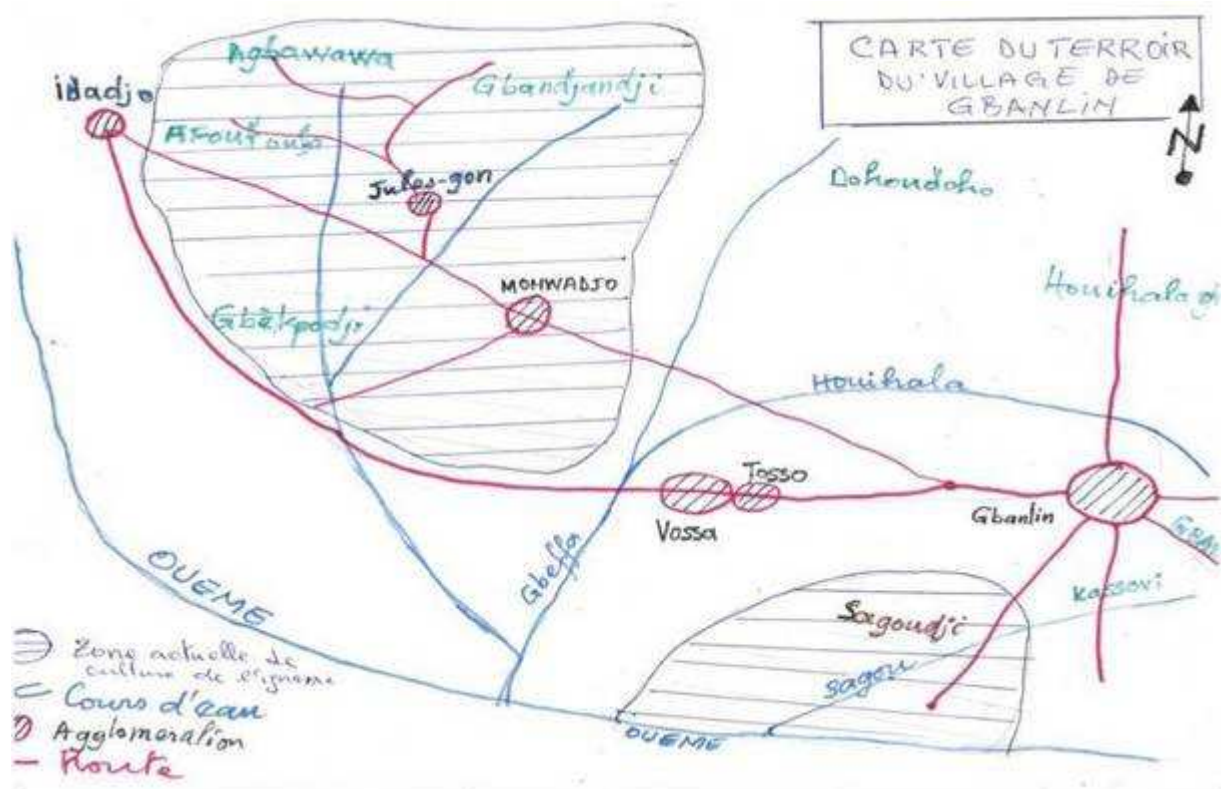


Figure 2 : Carte du terroir du village de Toui-gare



- **Village de Gbanlin**

Située à environ 7 Km à l'Ouest de Ouèssè (chef-lieu de la commune), le village de Gbanlin, s'inscrit sur une série de trois villages qui s'échelonnent le long de la route d'Idadjo. Il s'agit de Gbanlin, Tosso et Vossa. Ces quatre villages constituent l'arrondissement dont le chef lieu est Gbanin. Le village de Gbanlin s'impose à l'ouest de Ouèssè comme la plus grande agglomération. Les coordonnées géographiques de Gbanlin sont : 07°15'25" latitude Nord, 2°10'18 longitude Est, altitude 134 m. Le village de Gbanlin comprend trois quartiers que sont : Doko, Aïzon et Gbanlin Centre. Ce village est majoritairement peuplé par les Mahi (88%). Les autres groupes ethniques présentes sont : Tanguieta (08%), Adja (02%), Fon (02%). La figure 3 présente la carte du terroir du village de Gbanlin.



**Figure 3 : Carte du terroir du village de Gbanlin**

Selon les résultats du troisième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (2002), la population de ce village s'élève à 4804 habitants.

Du point de vue environnemental, le village de Gbanlin se situe dans une zone de transition climatique entre le soudanien et le subéquatorial. Le régime pluviométrique est parfois bimodal ou parfois unimodal. La petite saison des pluies ne se distingue pas clairement de la grande saison des pluies. La variabilité pluviométrique est sensible d'une année à une autre.

Le relief est une pénéplaine sur socle cristallin. Les sols sont de type ferrugineux tropical aux caractéristiques très variables. Aussi, retrouve-t-on dans les dépressions des sols qui connaissent une hydromorphie saisonnière. Les versants sont surtout



occupés par des sols concrétionnés. Les sols des sommets de croupe sont surtout sableux. Les producteurs de Gbanlin distinguent sur leur terroir plusieurs types de sols. Ils en retiennent quatre principaux. Les sols sableux gris appelés en langue locale « ado aplo » sont généralement de texture poreuse et de couleur claire. Les sols humifères de couleur noirâtre sont appelés « ado wiwi ». On les retrouve généralement sur les fronts pionniers ou sur les anciennes friches. Ils sont aussi appelés « Agbovèmè ». Le troisième type de sol est constitué des sols ferrugineux concrétionné « kindo ou sotcho ». Ils présentent des nodules de concrétion et sont généralement lessivés. Le quatrième type de sol regroupe les sols hydromorphes. Ils présentent une texture plus fine et une structure lourde. Il s'agit des sols argileux qui connaissent une hydromorphie.

Les formations végétales dominantes sont des savanes arborées à *Daniella Oliveiri*, *Vitelaria Pardoxa*, *Pterocarpus Erinaceus* etc. Le village se situe dans une zone de vieille colonisation. Aujourd'hui, le terroir du village évolue en front pionnier vers le nord. Les terres fertiles du terroir se retrouvent dans sa partie nord-ouest entre Idadjo et Monwadjo.

- **Village de Magoumi**

Le village de Magoumi est situé dans la commune de Glazoué entre 08° 00' 39" longitude Nord, 02° 12' 07" latitude EST. L'altitu de est de 185 m. Il est limité au Nord par le village Aklankpa, au Sud par le village Sowé, à l'Ouest par le village Ouédèmè et à l'Est par le village Houala.

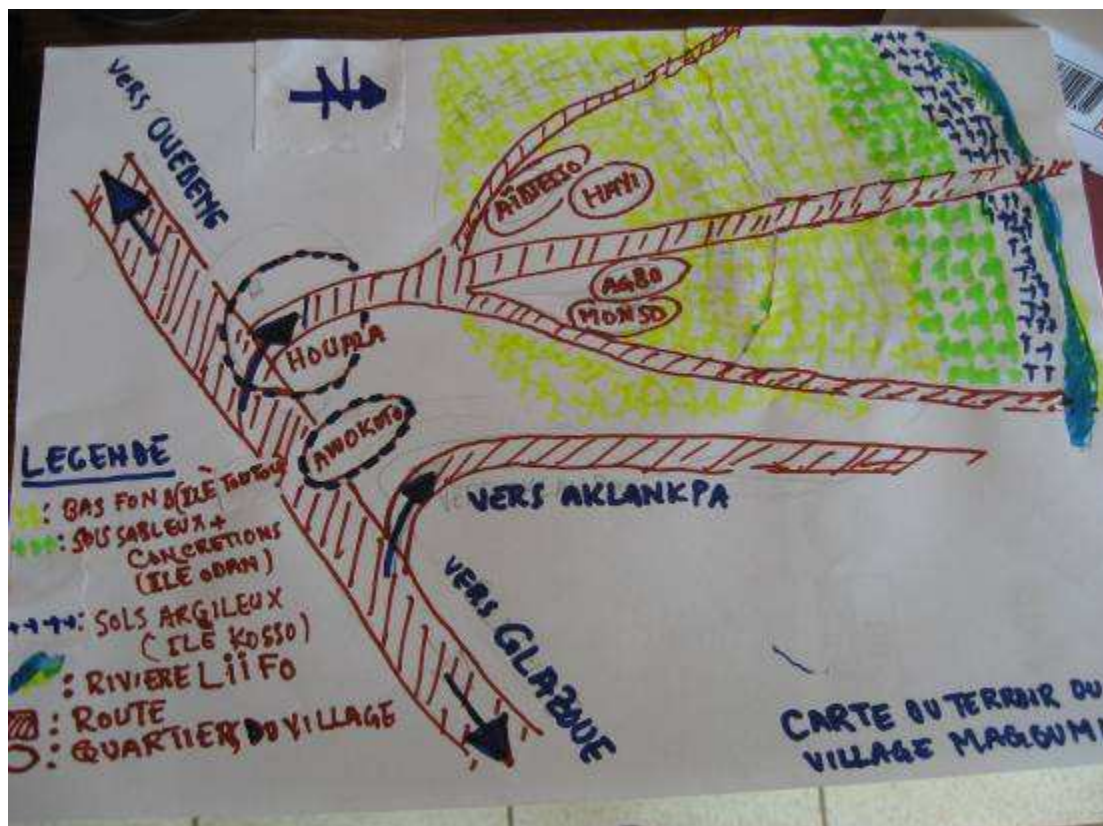


Figure 4 : Carte du terroir du village de Magoumi

Le village est subdivisé en plusieurs quartiers: Hayi, Aïdjesso, Agbo et Monso. La population est constituée principalement d'autochtones. La figure 4 présente la carte du terroir du village de Magoumi.

La zone jouit d'un climat de type soudano-guinéen. Elle constitue une zone de transition entre le Sud à régime pluviométrique bimodal et le Nord à régime pluviométrique monomodal. La pluviométrie annuelle varie entre 800 mm et 1200 mm avec une répartition inégale et une tendance à la baisse ces dernières années.

Le relief est un plateau. La rivière Liifo constitue la principale cours d'eau. Les sols sont principalement de type ferrugineux tropical à concrétions sur socle cristallin. Trois types de sol sont distingués par les producteurs: les sols argileux ou ilè Kosso (10 %), les sols sableux avec concrétions ou ilè odan (20 %) et les sols hydromorphes ou ilè toutou (70 %). La végétation est de type savane arborée dégradée.

- **Village de Boubou**

Le village Boubou est situé dans la commune de Savè à environ 11 km de Savè Centre. Il est limité au nord par le village Djégbé, au sud par le village Kpabani, à l'Ouest par la sucrerie SOCOBE et à l'est par la forêt classée de Diho. On distingue plusieurs quartiers au sein du village : quartier Fon, quartier Datcha, quartier Pila Pila, quartier Otamari, quartier Wama et quartier Berba. La route principale traversant le village suit l'axe Savè- Ouessè. La figure 5 présente la carte du terroir du village de Boubou.



Figure 5 : Carte du terroir du village de Boubou

La population est constituée principalement d'allochtones : Pila Pila, Lopka, Dendi, Berba, Natimba, Ottamari, Fon et Datcha avec une densité de 30 habitants au km<sup>2</sup>.

Le village jouit d'un climat de type soudano-guinéen. Elle constitue une zone de transition entre le Sud à régime pluviométrique bimodal et le Nord à régime pluviométrique monomodal. La pluviométrie annuelle varie entre 800 mm et de 1200 mm avec une répartition inégale et une tendance à la baisse ces dernières années.

Le relief est un plateau avec la présence des collines. La rivière Akibori constitue la principale cours d'eau. Les sols sont principalement de type ferrugineux tropical à concrétions sur socle cristallin. Il existe 5 types de sol sur le terroir villageois selon l'appréciation des producteurs: les sols argileux (20%) où sont pratiqués principalement l'igname, le maïs et le manioc; les sols sablo-argileux (40%) et sableux noirs (25 %) pour toute sorte de cultures; les sols latéritiques (10%) pour le sorgho et le niébé; les sols sableux concrétionnés (5 %) donc en proportion plus faible, et exploités particulièrement pour les cultures telles que goussi et niébé.

La végétation est de type savane arborée dégradée.

- **Village de Tchètti**

Le village Odo-Agbon est administrativement lié à l'arrondissement de Tchetti (Commune de Savalou). Il est situé à environ 13 Km de Tchetti-centre, sur l'axe reliant cette localité à la ville de Savalou. Il est limité au Nord par le village Tchoukouladjou, au Sud par le village Zoundji, à l'Est par le village Bebiani et à l'Ouest par le village Djakou. La figure 6 présente la carte du terroir du village de Chètti.

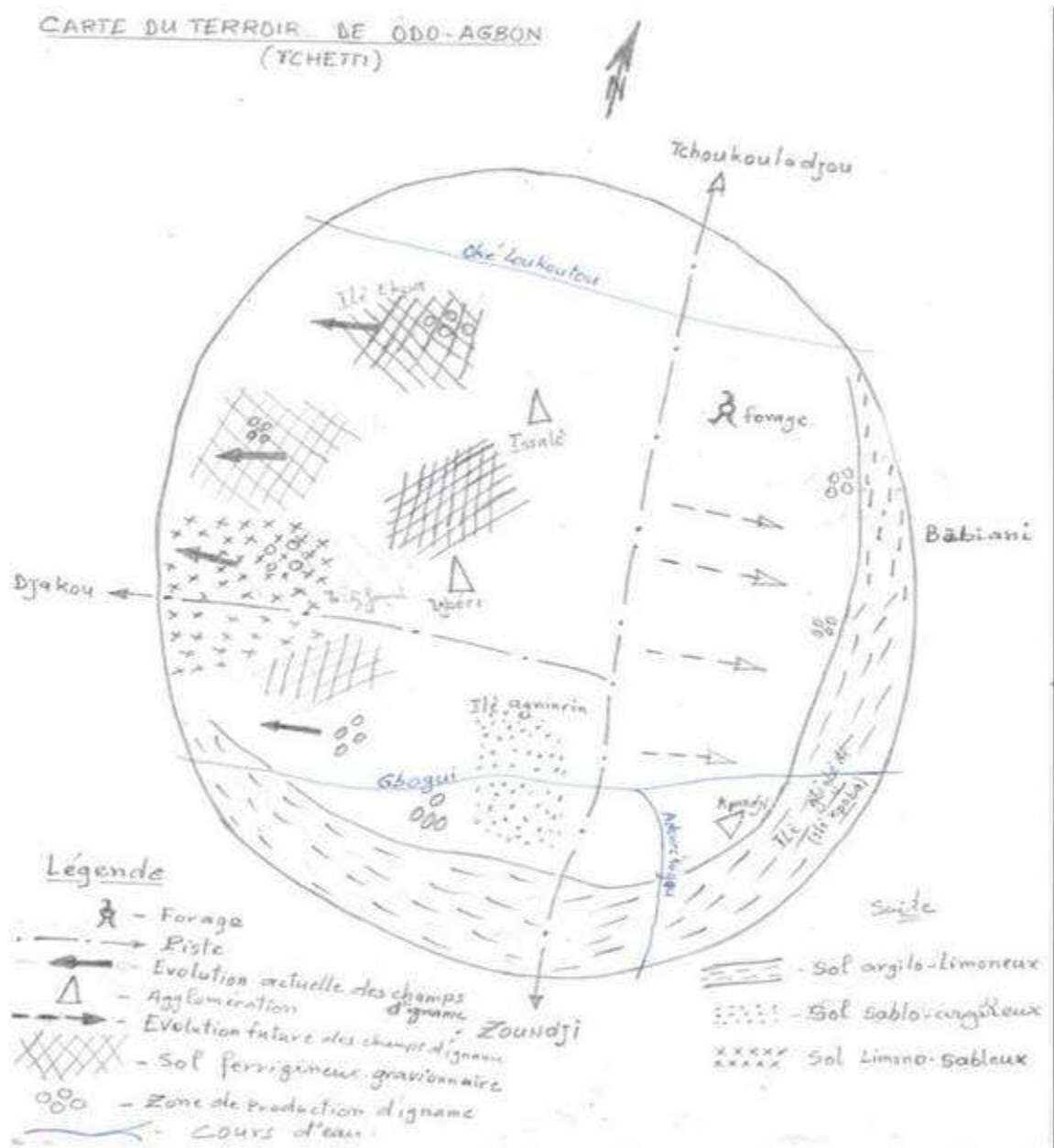
La population du village est estimée en 2002 à environ 1509 habitants dont 48 % d'hommes contre 52 % de femmes (RGPH3). Cette population est répartie dans 292 ménages dont plus de 90 % sont agricoles. Du point de vue de la répartition spatiale, la population de Odo-Agbon est répartie dans trois hameaux différents : Igberi, Issalè et Kpadji. Les deux premiers hameaux constituent le noyau central du village et sont essentiellement peuplés par les Ifê venus de Tchetti. Quant au troisième hameau, il regroupe les migrants Fons venus de Djidja et environs. Les Ifê constituent de loin, le groupe socioculturel majoritaire du village avec près de 90 % de la population contre seulement 10 % pour les fons et apparenté.

Au plan économique, Odo-Agbon est un village d'agriculteurs. Cette activité occupe plus de 90 % de la population du village. Les principales spéculations agricoles sont l'igname et le maïs. Ces produits constituent également la base de l'alimentation des habitants du village. En dehors de ces spéculations, la population produit aussi de l'anacarde, du manioc, du riz, du niébé etc.

Le village jouit d'un climat de type soudano-guinéen. Elle constitue une zone de transition entre le Sud à régime pluviométrique bimodal et le Nord à régime pluviométrique monomodal. La pluviométrie annuelle varie entre 800 mm et de 1200 mm avec une répartition inégale et une tendance à la baisse ces dernières années.

Les sols sont principalement de type ferrugineux tropical à concrétions sur socle cristallin.

On retrouve à Odo-Agbon, deux principaux types de sol : il y a les sols ferrugineux tropicaux qui occupent environ 75 % du terroir villageois et des sols hydromorphes qui sont situés aux abords des cours d'eau.



**Figure 6 : Carte du terroir du village de Thètti**

En ce qui concerne les sols ferrugineux tropicaux, ils sont soit graviollonnaires (Ilè pka), soit sablo-limoneux (Ilè foun). Quant aux sols hydromorphes, ils sont sablo-argileux -(Ilè Agnirrin) ou argilo-limoneux (Ilè Kpoba). Ces différentes catégories de sols sont toutes exploitées pour la production de l'igname.

La végétation est de types savanes boisées ou arborées.

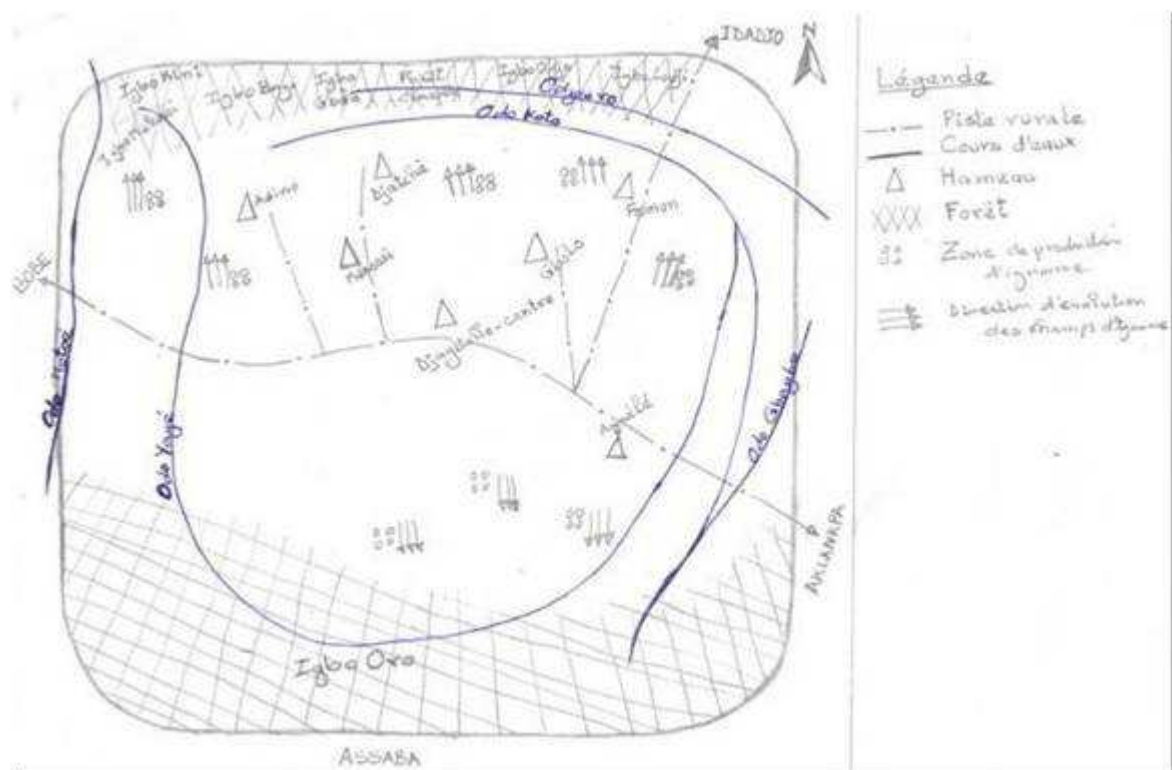


- **Village de Djagballo**

Située à environ 18 Km de Bantè (chef-lieu de la commune à laquelle il est administrativement affilié), Djagballo est le village plus grand et le plus peuplé de l'arrondissement de Bobè. Il est limité au Nord par le village Idadjo, au sud par le village Assaba, à l'Est par le village Aklankpa et à l'Ouest par le village Bobè. La figure 7 présente la carte du terroir du village de Djagballo.

Selon les résultats du troisième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (2002), la population de ce village s'élève à 1781 habitants. La répartition par sexe révèle un équilibre presque parfait entre homme et femme. L'analyse de la structure par âge révèle que la population est essentiellement jeune avec plus de 50 % de la population compris entre 0 et 14 ans. Du point de vue de la répartition spatiale, plusieurs hameaux composent le village : il s'agit de Djagballo-centre, Gbolo, Fomon, Aguélé, Djatchè et Mokossi. Par ailleurs, les principaux groupes socioculturels qui peuplent le village sont les Tcha (ou nago) et apparentés (75 %), les fon (15 %) et les peulhs (10 %).

En ce qui concerne le milieu naturel, le village se retrouve dans la zone soudano-guinéenne à deux saisons pluvieuses. Ainsi, il connaît une principale saison des pluies de mars à juillet et une saison des pluies mineure d'octobre à novembre.



**Figure 7 : Carte du terroir du village de Djagballo**

La formation végétale dominante est la savane arborée à *Daniella oliveiri*, mais le village abrite également quelques forêts classées, fortement menacées par les

actions anthropiques (recherche de terres fertiles; l'exploitation de bois d'œuvre et de chauffage etc.).

En ce qui concerne les sols, ils sont de type ferrugineux tropical sur socle cristallin aux caractéristiques très variables. Aussi, retrouve-t-on dans les vallées des cours d'eaux qui traversent le village, des sols noirs et hydromorphes. Trois types de sols sont exploités à Djagballo pour la production d'igname. Il s'agit d'une part des sols de type ferrugineux tropical localement appelés « Odon<sup>1</sup> » ou « Igbo » selon le type de végétation. Ils occupent plus de 80 % du terroir villageois. D'autre part, il y a les sols hydromorphes localement appelés « Fêo » qui sont situés aux abords des cours d'eau. Ils représentent environ 20 % du terroir villageois.

- **Village de Dani**

Le village de Dani est situé à environ 7 km au sud du Chef-lieu de la Commune de Savè. Il fait partie de l'Arrondissement d'Ofè. Il est limité au nord par la ville de Savè, au sud par le village Gobé, à l'ouest par la Route Inter-Etat Cotonou-Parakou et à l'est par Igbodjé et le terroir du village d'Akon. Les coordonnées géographiques prises à Dani centre sont : latitude 07°59.01 N, longitude 002°27.27, altitude 186 M. La figure 8 présente la carte du terroir du village de Dani.

Le village de Dani compte selon les résultats du RGPH 3 au total 401 ménages pour une population totale de 2689 habitants dont 1399 hommes contre 1290 femmes. La taille moyenne par ménage est de 6,7 personnes. Il compte au total 391 ménages agricoles et la population agricole est de 2637 habitants. Les groupes ethniques dominants qui constituent la population du village sont les Idaatcha, les Tchabè et les Fon. D'autres groupes minoritaires sont rencontrés. Ce sont les Adja, les Peulhs, Pila-Pila et les Dendi etc.

Le village jouit d'un climat de type soudano-guinéen. Il constitue une zone de transition entre le Sud à régime pluviométrique bimodal et le Nord à régime pluviométrique monomodal. La pluviométrie annuelle varie entre 800 mm et de 1200 mm avec une répartition inégale et une tendance à la baisse ces dernières années. Le relief est un plateau avec la présence des collines.

Les types de sols rencontrés dans le terroir du village sont "Kosso" de type limono-argileux, le "Gnanrin" qui sont des sols de type sablo argileux qui sont les plus dominants et les sols "Itchogui" qui sont des sols de type latéritique.

La végétation est de type savane arborée dégradée.

---

<sup>1</sup> Le terme Nago « Odon » est relatif aux sols ferrugineux tropicaux sous savane. Par contre lorsqu'il s'agit d'une forêt, on parle plutôt de « Igbo ».



**Figure 8 : Carte du terroir du village de Dani**

- **Village de Katakou**

Le village de Katakou est un des quatre hameaux du village Dani. Il est situé du côté Est du centre de Dani avec comme coordonnées géographiques: latitude 07°56.34 N, longitude 002°26.45, altitude 167 M. Katakou est situé sur un sol à dominance concrétionnée avec des endroits hydromorphes grâce à la traversée du cours d'eau Atchakpa. Comme infrastructures, la localité dispose d'une piste de desserte, de quelques sentiers et d'une pompe à pression qui est la principale source d'eau pour la population.

La population de Katakou est constituée essentiellement de fons en provenance des régions de Djidja, Abomey et Zakpota. La figure 9 présente la carte du terroir du village de Katakou.





Figure 9 : Carte du terroir du village de Katakou

- **Village de Aklamkpa**

Situé à 32 kilomètres environ de Glazoué centre (Arrondissement de Glazoué), le village d'Aklamkpa est limité: au nord-ouest par le village Looungbondjin, au nord-est par le village Djanmadji, au sud par l'Arrondissement d'Assanté, à l'est par le cours d'eau Riffo et à l'ouest par le village Affignidédji.

Le village est composé dans sa globalité de l'ethnie Mahi. Néanmoins on peut aussi noter la présence de quelques migrants saisonniers (peulhs, Adja et Fon) dans les périphéries du village.

S'agissant des principales spéculations agricoles produites dans le village d'Aklamkpa on peut citer : le maïs, l'igname, le manioc, le coton, le niébé, la citrouille (sésame), l'arachide, le piment et le soja.



### **5.1.3.2. Evènements historiques des villages sur l'igname**

- **Village de Toui-gare**

L'histoire de ce village est intimement liée à la production et à la commercialisation de l'igname. Les migrants Yoom, Wama, Ditamari et Berba s'adonnent principalement à la culture de l'igname avec des techniques culturelles différentes de celles des Nagot et Fon. Les rendements de l'igname étaient très intéressants. Ainsi, la notoriété d'un individu se mesurait par rapport à l'étendue de son champ d'igname. Le passage régulier des trains voyageurs offrait une opportunité réelle de production et de commercialisation de ce produit. Il s'en suit donc un accroissement de la pression foncière dans le village.

En 2004, une crise de mévente a frappé la commercialisation de l'igname à Toui-gare. La production de l'igname s'était beaucoup accrue mais paradoxalement, c'était le début du déclin du transport ferroviaire. En 2005, cette situation s'est aggravée. Les trains voyageurs ne circulaient plus. Les producteurs qui avaient la possibilité de vendre directement leurs ignames devraient désormais passer par les collecteurs et commerçants.

Sur le plan foncier, en 1993, l'état a procédé à la matérialisation des limites de la forêt classée qui jouxte le terroir du village. La pression foncière s'est accrue. Les fronts pionniers ont disparu. De l'avis des acteurs interviewés, il n'y a plus de terre neuve sur le terroir du village. L'igname se plante aujourd'hui sur les jachères.

- **Village de Dani**

L'igname a été introduite dans le village de Dani par les premiers migrants vers les années 1965. Le premier à s'y installer est le sieur Djato Agbo qui était un chasseur qui était allé à la recherche de gibiers. Le village a été créé en 1970. Le nom Dani signifie "Dieu qui nous a créé, ne nous oubliera jamais". Pendant longtemps on a assisté à la mobilité des migrants avec de nombreuses variétés de leur origine.

De 1980 à 1990, le village a atteint son paroxysme c'est-à-dire, sa période de gloire pour l'igname. A partir de 1990, la culture de l'igname a connu son déclin. Deux raisons essentielles ont justifié ce déclin. La première est le regain d'intérêt pour la culture du coton du fait d'une organisation de la filière. La deuxième raison est la dégradation des sites de production. Une autre raison non moins importante est celle du marché peu rémunérateur.

- **Village de Katakou**

L'histoire de la production d'igname à Katakou est intrinsèquement liée à l'histoire de l'installation des colonies fons dans cette localité. En effet, la première colonie fon s'est installée à Katakou il y a 28 ans à la recherche de terres propices pour la culture d'igname. Cette colonie ayant à sa tête M. Bossikponnon était en provenance de Oungbega (commune de Djidja) et dans son mouvement migratoire à la recherche de terres fertiles s'était préalablement établie à Atcheguigon (commune de Dassa) avant d'échouer à Katakou. De l'avis des acteurs interviewés, la culture d'igname pour cette communauté est une pratique ancestrale avec une forte signification socioéconomique compte tenu de sa fonction de production, aliment de

base et source de revenus, mais aussi un attribut de prestige social. Ainsi, la notoriété d'un individu pouvait être mesurée par rapport à l'étendue de son champ d'igname. Et c'est cela qui justifierait l'attachement à cette culture et la mobilité de cette communauté pour la recherche de sites propices à sa production.

- **Village de Tchètti**

La production d'igname à Odo-Agbon remonte à la création du village que l'on situe vers les années 1850. C'est d'ailleurs le principal facteur qui a conduit à la création de ce village. En effet, les premiers occupants du village sont des Ifê venus de Tchètti. Ils seraient des agriculteurs vivant principalement de la production d'igname. La quête permanente de terres fertiles et propices à la production d'igname aurait fait du peuple Ifê basé à Tchètti, un peuple de migrants. Au cours d'une partie de chasse, ils auraient découvert que les terres de l'actuel terroir villageois seraient propices à l'igame. Quelques années plus tard, ils vinrent s'y installer après une première escale à Agbatou, un village situé plus au Nord. C'est ainsi que naquit le village Odo-Agbon qui s'agrandit progressivement avec l'arrivée de nouveaux migrants venus non seulement de Tchètti, mais aussi d'autres localités du département des Collines et même de Djidja dans le département du ZOU. Il ressort de ce récit que l'essence même de la création du village Odo-Agbon se trouve être la culture d'igname qui constitue jusqu'à présent, la principale spéculation du village.

L'igname revêt au sein du village une importance culturelle et cultuelle. Selon la tradition, une cérémonie est organisée chaque année pour remercier les divinités, marque le début de la récolte et de la consommation d'igname dans le village. En dehors de la fête de l'igname qui est une exportation depuis Tchètti, les principaux événements remarquables qui ont marqué la production d'igname à Odo-Agbon sont tous récents. En 2003, le village aurait subi une mauvaise récolte d'igname à cause de la sécheresse. De même, en 2007, la production a été également mauvaise mais cela est dû cette fois-ci à un excès de pluie qui aurait provoqué le pourrissement des tubercules d'igname noyés. Par contre l'année 2005 fut une année de forte production d'igname au point où les producteurs ont eu du mal à écouler leurs productions.

- **Village de Gbanlin**

Depuis plus de deux décennies, l'igname a cessé d'être la principale culture des producteurs de Gbanlin. Les producteurs qui n'ont pas déplacé leur champ au gré de l'évolution du front pionnier ont pour la plupart cessé de produire l'igname. Les terres qui sont autour du village sont devenues très pauvres et les rendements de l'igname ont beaucoup baissé. La production de l'igname a largement reculé sur les anciennes exploitations. Néanmoins, l'igname est restée présente sur les fronts pionniers. Elle vient souvent en tête de rotation sur les nouvelles friches. Tout le monde s'adonne plus à la culture de l'igname. Seuls ceux qui sont allés loin s'installer sur les nouvelles terres continuent de s'adonner véritablement à la culture de l'igname. On estime à moins de 50%, les producteurs qui ont encore de véritable champ d'igname. Les producteurs qui sont restés sur les anciennes terres se contentent seulement d'installer quelques buttes d'igname dans leur champ.

- **Village de Boubou**

Les premiers occupants seraient les producteurs Ottamari qui réalisaient de grandes superficies d'ignames. En 1994, la production d'igname a chuté à cause des poches de sécheresse enregistrées. L'année 2007 a été particulièrement une année d'abondance de pluie. En conséquence, une baisse de production d'igname a été observée particulièrement dans les bas-fonds à cause d'excès d'eau entraînant des dégâts de cultures et le pourrissement de l'igname.

Des productions en baisse d'igname ont été également observées au fil des ans liées aux difficultés de commercialisation du produit.

- **Village de Djagballo**

L'histoire du village Djagballo est intimement liée la production d'igname. En effet, les premiers occupants du village seraient des Nago venus de Lakoko (Ouèssè). A l'origine, ils étaient des agriculteurs et vivaient essentiellement de la production d'igname. En ce moment, cette plante était encore une espèce sauvage qu'il a fallu domestiquer au fil du temps. Peuple producteur d'igname, ils étaient en permanence à la recherche de terres fertiles et propices au développement de cette plante. C'est ainsi qu'au cours d'une partie de chasse, un chasseur fut impressionné par la richesse du sol de l'actuel terroir du village. Quelques années plus tard, il s'y installa avec son frère charlatan pour y produire de l'igname. C'est ainsi que naquit le village Djagballo vers 1850.

Aujourd'hui, l'igname revêt au sein du village une grande importance au plan culturelle et cultuelle. Selon la tradition, le roi du village (Balè) doit être le premier à consommer l'igname. Ceci a lieu au cours d'une cérémonie organisée chaque année pour remercier les divinités du village. Elle marque le début de la récolte et de la consommation d'igname dans le village et tant qu'elle n'a pas eu lieu, personne ne devrait toucher et encore moins consommer l'igname dans le village. En dehors de cette cérémonie, les adeptes de certaines divinités telles que « Nan Boukou » et « Nan Djakpa » célèbrent eux aussi leurs propres fêtes de l'igname dans le village.

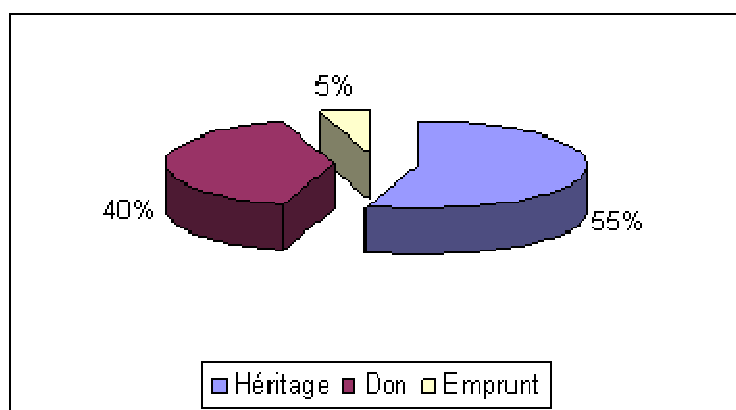
Tout au long de son histoire, plusieurs événements ont marqué la production d'igname à Djagballo. C'est par exemple le cas des années 1995, 2002, 2004 et 2007 où les rendements ont été exceptionnellement bonnes, entraînant du coup de forts accroissements de l'offre d'igname sur les marchés.

- **Village de Aklampa**

Il y a plus d'un siècle l'igname était et demeure de nos jours une priorité des agriculteurs de ce village. Au départ, l'igname était produite essentiellement pour la consommation. Seules quelques personnes venaient de Savalou pour en acheter. En ce moment, l'igname se vendait en tas et coûtait très moins chère (un tas de trois tubercules de Klatchi à 20 FCFA et celui de Laboko à 30 FCFA) à cause de l'enclavement de la zone.

### 5.1.3.3. Mode de tenure foncière

On distingue trois principaux modes d'accès à la terre: l'héritage, le don et l'emprunt. Dans les zones où la terre constitue de plus en plus un facteur limitant en raison de la pression foncière (« villages de Magoumi et Adjhanoudoho »), les autochtones se trouvent confrontés aux difficultés d'investir durablement sur la terre contrairement aux « villages de Djagballo, Boubou, Katakou, Aklampa, etc. » où il y a une disponibilité foncière. Ainsi, au « village de Djagballo » fortement constitué d'autochtones, la terre est principalement acquise par héritage et par don (figure 10). La terre demeure à ce jour un bien communautaire et le droit d'allocation de la terre appartient aux chefs de collectivités. Cependant, l'accès à la terre dans le village est peu contraignant à cause de la forte disponibilité de terres potentiellement adaptées pour l'agriculture en général et plus spécifiquement pour la production d'igname. Le système de faire-valoir direct est une pratique courante.



**Figure 10:** Distribution des champs suivant le mode de faire valoir à Djagballo

Au « village de Katakou », les producteurs étant des migrants, leur accès à la terre est essentiellement régi par le mode de faire valoir indirect. En effet, le patrimoine foncier sur lequel exercent les producteurs de Katakou leur a été cédé par les autochtones basés à Savè (collectivité OTA) contre une redevance annuelle forfaitaire de 5.000 FCFA/ha et par producteur. La particularité de cet arrangement est que les producteurs sont autorisés à produire et planter toutes les spéculations et arbres de leur choix et peuvent investir durablement sur les terres. Aussi, les patrimoines individuels peuvent être transmis de père en fils pourvu que les redevances annuelles soient régulièrement transmises. Au «village de Boubou », fortement peuplé d'allochtones, le mode de faire-valoir indirect est pratiqué par les producteurs où les parcelles à eux allouées relèvent du domaine de la chefferie traditionnelle de Savè contre également une redevance annuelle forfaitaire.

Toutefois, le statut foncier de la femme est défavorable lié à un régime patrilinéaire d'attribution des terres.

#### **5.1.3.4. Equipements**

Les équipements de production dans les différents villages enquêtés se résument essentiellement aux instruments aratoires (houe, daba, coupe-coupe etc.) traditionnellement utilisés en agriculture. Il s'agit d'un système très extensif exploitant exclusivement l'énergie humaine. Le capital fixe exploité dans l'agriculture en général et la production d'igname en particulier est quasi insignifiant.

#### **5.1.3.5. Mode d'accès au crédit**

- **Village de Katakou**

Les producteurs de Katakou accèdent au crédit soit par le mécanisme formel par le biais de la CLCAM ou de l'ASF, ou par les groupes informels de tontine. Pour être qualifié pour le crédit formel, il faut avoir ouvert un compte dans l'institution financière concernée.

Pour la production d'igname en particulier, le besoin en crédit est souvent ressenti pour les activités de préparation du sol, notamment le buttage et parfois pour l'acquisition des semenceaux

- **Village de Toui-gare**

L'accès au crédit est l'une des principales difficultés que rencontrent les producteurs de ce village. Très souvent, les producteurs font recours aux usuriers ou aux commerçants des produits vivriers qui leur font des avances en espèces qui sont remboursées en fin de campagne en produits agricoles ou en numéraire selon les modalités retenues. Seulement quelques producteurs ont accès aux mécanismes formels de crédit à travers la CLCAM ou la CAVECA. Les modalités d'accès aux crédits formels sont souvent contraignantes pour les producteurs.

- **Village de Magoumi**

Le capital financier est généré par la vente des produits agricoles principalement l'igname, le soja, le riz et l'élevage des petits ruminants et de porcins. Toutefois, certains producteurs contractent de crédits auprès des usuriers et des commerçants d'ignames au marché de Glazoué avec un taux d'intérêt élevé (50%). Ainsi, l'accès au crédit est contraignant pour les producteurs en général et d'ignames en particulier.

- **Village de Gbanlin**

L'accès au crédit est contraignant et présente des conditions similaires au village de Toui-gare.

- **Village de Boubou**

Le capital financier est généré par la vente des produits agricoles principalement l'igname, le maïs, le sorgho, le soja, le goussi, le manioc, etc. Toutefois, certains producteurs contractent de crédits auprès des commerçants d'igname pour couvrir leurs besoins de financement aux activités de production d'igname.

- **Village de Djagballo**

En ce qui concerne les ressources financières destinées au financement des opérations courantes (financement de la main-d'œuvre salariée, l'acquisition des intrants, le renouvellement des équipements etc.), elles proviennent principalement des fonds propres des producteurs. En effet, quelques rares producteurs ont accès aux services des structures de micro-finance telles que le PADME et la CLCAM.

Entre autres obstacles à l'accès aux IMF, on pourrait citer la lourdeur du processus d'octroi des crédits, les taux d'intérêt pratiqués et l'inadéquation des systèmes de remboursement mise en place. Les maigres ressources financières propres des exploitants constituent donc la principale source de financement de la production agricole dans le village. Cette source est parfois complétée par des crédits contractés auprès des proches ou des commerçants. Cette situation implique une faible capacité de financement de la production agricole en général et celle de l'igname en particulier.

- **Village de Dani**

La production de l'igname et les activités connexes, sont marquées par un auto financement quasi-total et un très faible recours aux systèmes formels de crédit.

- **Village de Tchètti**

En ce qui concerne les ressources financières destinées au financement des opérations courantes (financement de la main-d'œuvre salariée, l'acquisition des intrants, le renouvellement des équipements etc.), elles proviennent principalement des fonds propres des producteurs. En effet, le crédit agricole est très peu accessible aux producteurs du village. Quelques rares producteurs utilisent les services des institutions de micro-finance (IMF).

Il en est de même pour les villages d'Adjanoudoho et d'Aklampa.

#### **5.1.3.6. Main d'œuvre**

- **Village de Katakou**

Les principales formes de main-d'œuvre mobilisées pour les activités agricoles, notamment la production d'igname sont la main-d'œuvre familiale et la main-d'œuvre salariée. En ce qui concerne la main-d'œuvre familiale, les producteurs mobilisent leurs épouses et leurs enfants en âge de travail aux champs surtout pour les activités de sarclage et de récolte. S'agissant des activités comme le défrichement et le buttage, les producteurs font recours à la main-d'œuvre salariée,

soit contractuelle ou occasionnelle. La mobilisation de la main-d'œuvre salariée contractuelle est souvent l'apanage des grands producteurs qui parfois voyagent dans l'Atacora-Donga négocier des ouvriers agricoles sur une base contractuelle assortie du paiement d'une garantie avant le départ des ouvriers. Les ouvriers agricoles en provenance de l'Atacora-Donga sont reconnus comme spécialistes de la confection des grandes buttes d'igname.

D'autres producteurs, en général les moins nantis négocient ponctuellement avec les ouvriers agricoles locaux en appoint ou secondairement s'arrangent avec les ouvriers agricoles spécialistes de l'Atacora-Donga déjà sur place.

- **Village de Toui-gare**

Pour réaliser les activités agricoles, notamment la production d'igname, les producteurs font principalement appel à deux formes de main-d'œuvre: la main-d'œuvre familiale et la main-d'œuvre salariée. Le paiement des ouvriers agricoles se fait en nature ou en espèce. Les femmes qui sont sollicitées pour les activités de récoltes préfèrent se faire payer en tubercules. Une troisième forme de main-d'œuvre est parfois mobilisée. Il s'agit de l'entraide qui existe dans ce village mais qui est très marginale selon nos informateurs. La grande diversité des groupes socioculturels et l'esprit très individualiste des atacoriens sont les raisons évoquées pour expliquer le faible développement de cette forme de main-d'œuvre.

- **Village de Gbanlin**

Pour réaliser les activités agricoles, notamment la production d'igname, les producteurs font principalement appel à deux formes de main-d'œuvre : la main-d'œuvre familiale et la main-d'œuvre salariée. Les ouvriers agricoles en provenance de l'Atacora-Donga sont reconnus comme spécialistes de la confection des grandes buttes d'igname. Les nouveaux immigrants choisissent généralement de se constituer en ouvriers agricoles pendant les premières années de leur installation. D'autres producteurs, en général les moins nantis, négocient ponctuellement avec les ouvriers agricoles en appoint ou secondairement s'arrangent avec les ouvriers agricoles déjà sur place. Le paiement des ouvriers agricole se fait en nature ou en espèce. Les femmes qui sont sollicitées pour les activités de récoltes préfèrent se faire payer en tubercules. L'entraide existe dans ce village mais très peu développée.

- **Village de Magoumi**

Les producteurs d'igname font appel à la main d'œuvre familiale (largement pratiquée) et salariée pour la mise en œuvre des activités agricoles. La main d'œuvre salariée est disponible. Elle est essentiellement constituée de migrants en provenance de l'Atacora (Bénin) et du Togo.

- **Village de Boubou**

La main-d'œuvre familiale et la main d'œuvre salariée sont les plus pratiquées pour la production d'igname. On note également l'existence de groupes d'entraide pour les activités de production d'igname pratiqués par quelques producteurs.

- **Village de Djagballo**

Il existe deux principales sources d'approvisionnement en main-d'œuvre agricole dans le village. En dehors de la main-d'œuvre familiale qui est très largement exploitée, la pénibilité de certaines opérations culturales (défrichage et confection des buttes) rend incontournable le recours à la main-d'œuvre salariée pour compléter les efforts déployés par la main-d'œuvre familiale souvent insuffisante.

La main-d'œuvre salariée exploitée dans le village intègre outre les jeunes gens du village, des ouvriers agricoles qui viennent périodiquement du Togo, de Tchètti, de Dassa, de Glazoué etc. En ce qui concerne l'entraide, il représente la troisième voie d'accès à la main-d'œuvre agricole dans le village. Mais il convient de mentionner que cette source est très peu exploitée par les producteurs du village.

- **Village de Dani**

La main d'œuvre utilisée dans le village est de type familial. Elle est presque exclusive pour les petits producteurs sans grands moyens notamment en ce qui concerne la culture de l'igname. On rencontre aussi la main d'œuvre salariée dans la culture de l'igname. Elle est notamment utilisée en grande partie dans les travaux de défrichage et de buttage. Elle peut être locale ou importée d'ailleurs (Donga, Borgou, ou du Zou).

- **Village de Tchètti**

La main-d'œuvre apparaît comme un des facteurs les plus limitants dans la production d'igname. La pénibilité de certaines opérations culturales rend incontournable le recours à la main-d'œuvre salariée pour compléter les efforts déployés par la main-d'œuvre familiale souvent insuffisante. Le recours à la main-d'œuvre salariée concerne surtout les opérations les plus pénibles à savoir le défrichage et la confection des buttes. La main-d'œuvre salariée exploitée dans le village comprend en dehors des jeunes gens du village qui s'adonnent par moment à cette activité, les ouvriers qui viennent périodiquement du Togo. Il existe une troisième source d'accès à la main-d'œuvre agricole ; il s'agit de l'entraide qui se limite seulement à quelques producteurs dans le village.

- **Village d'Aklampa**

La plupart des exploitants utilisent la main d'œuvre familiale. La main d'œuvre salariée est disponible mais n'est pas accessible à toutes les catégories de producteurs d'igname compte tenu de leur faible capital.

#### **5.1.3.7. Activités post-récolte**

La gestion post récolte du produit est fonction des objectifs du producteurs (semenceaux, autoconsommation, commercialisation,...).



- **Village de Katakou**

L'igname est consommée principalement à Katakou sous formes bouillie, pilée, grillée, ou pâte 'Teloubo' après être transformée préalablement en cossettes. Accessoirement, elle est consommée sous formes frite, ragoût ou couscous local (wassawassa). L'igname est principalement vendue sous forme tubercules. Selon le volume de produits et les situations individuelles des producteurs, ceux-ci font acheminer l'igname dans les marchés régionaux de leurs choix. Les plus grands producteurs visent souvent les marchés de Glazoué et de Bohicon alors que les autres, le marché de Save. Parfois, les collecteurs et grossistes viennent négocier les ignames bord champ ou dans le village pour les convoier vers les centres urbains.

- **Village de Toui-gare**

En ce qui concerne la phase post-récolte, il importe de mentionner qu'il n'y a pas une structure spécifique, ni une méthode définie pour le stockage des tubercules d'igname. Ils sont stockés sous terre ou soit dans les habitations. La transformation des tubercules en cossettes constitue le seul moyen de conservation de l'igname dans le village.

A Toui-gare, l'igname est autoconsommée et vendue sous diverses formes. Elle occupe depuis toujours, une place prépondérante dans l'alimentation de la population. On estime que 45% de la production du village est autoconsommée, 50% est commercialisée et 5 % est réinvestie dans la production sous forme de semenceaux.

L'igname est aussi transformée en cossettes, puis consommée sous forme de pâte 'Télibo'. Accessoirement, elle est consommée sous formes frite, ragoût ou couscous local (wassawassa). En ce qui concerne les processus de transformation, il est à noter que l'igname est préférentiellement transformée en cossettes. C'est la principale forme de conservation de l'igname dans le village. Environ 30 % de la part autoconsommée est transformée en cossettes destinées à être consommée en période de soudure pour compléter les stocks de céréales restants. Ce processus de transformation concerne surtout les tubercules issus de la dernière récolte. Moins de 10% de la part commercialisée est transformée d'abord en cossette.

L'igname est principalement vendue sous forme tubercules. Les plus grands producteurs visent souvent les marchés de Glazoué, de Parakou et de Cotonou alors que les autres les vendent sur les marchés de proximité (Kilibo, Tchaorou, Savè...). Depuis la faillite de l'OCBN (2005), les collecteurs et grossistes viennent négocier les ignames bord champ ou dans le village pour les convoier vers les centres urbains. L'igname se vend par camionnette Jeep qu'ils conduisent jusque dans les champs pour le transport des tubercules. Le prix de vente de l'igname varie énormément selon la variété, la période de l'année et le lieu d'écoulement. Un chargement de camionnette coût entre 70.000 F à 150.000 F selon la période et le lieu où se situe le champ. Les difficultés de conservation conduisent les producteurs à vendre une

bonne part de leur récolte. Ce sont les femmes du village ou des commerçants de Toui-centre qui assurent majoritairement le commerce de l'igname dans ce village.

- **Village de Gbanlin**

Il importe également de mentionner qu'à Gbanlin il n'y a pas une structure spécifique, ni une méthode définie pour le stockage des tubercules d'igname. Ils sont stockés sous terre ou soit dans les habitations. La transformation des tubercules en cossettes constitue le seul moyen de conservation de l'igname dans le village.

L'igname est autoconsommée et vendue sous diverses formes. Elle occupe depuis toujours, une place prépondérante dans l'alimentation de la population. Elle est un des aliments de base des communautés Mahi et atacorienne. Elle est consommée pendant au plus quatre mois sur douze (septembre à Décembre). On estime que 65% de la production du village est autoconsommée, 20% est commercialisée et 10 % est réinvestie dans la production sous forme de semenceaux. L'igname est consommée principalement à Gbanlin sous formes bouillie, pilée, grillée. L'igname est aussi transformée en cossettes, puis consommée sous forme de pâte 'Télibo'. Accessoirement, elle est consommée sous formes frite, ragoût ou couscous local (wassawassa). En ce qui concerne les processus de transformation, il est à noter que l'igname est préférentiellement transformée en cossettes. C'est la principale forme de conservation de l'igname dans ce village. Environ 20 % de la part autoconsommée est transformée en cossettes destinées à être consommées en période de soudure pour compléter les stocks de céréales restants.

A Gbanlin, l'igname est principalement vendue sous forme tubercules. Les plus grands producteurs visent souvent les marchés de Ouèssè, de Glazoué, de Parakou et de Cotonou alors que les autres les vendent sur les marchés de proximité. L'igname se vend par camion et généralement par tas de quatre tubercules. Le prix de vente de l'igname varie énormément selon la variété, la taille des tubercules, la période de l'année et le lieu d'écoulement. Nos informateurs estiment qu'aujourd'hui 80% des ventes d'igname de Gbanlin se font au détail. Les ventes sur les marchés locaux représentent 15% et les ventes par camion 5% des transactions.

- **Village de Magoumi**

Le stockage des tubercules d'igname se fait généralement au champ. Les tubercules aux champs sont soumis aux intempéries, aux attaques des rongeurs, des ravageurs et maladies entraînant des dégâts et des pertes d'ignames. Quelques producteurs conservent leurs tubercules dans les buttes jusqu'en avril en vue de les vendre à un prix compétitif. Une partie de la production d'igname récoltée est destinée aux semenceaux (30%) et environ 30% des tubercules récoltés sont destinés à l'autoconsommation.

La principale forme de transformation agroalimentaire est l'igname pilée. Quelques producteurs transforment l'igname kokoro (*Dioscorea rotundata*), Florido (*Dioscorea alata*) en cossettes destinées exclusivement à l'autoconsommation.

Les producteurs vendent les tubercules frais d'ignames (environ 40 % du produit récolté) soit au champ (cas dominant) aux commerçants de Glazoué pour limiter les

coûts de transaction du produit, soit au marché local (de moindre importance), soit directement au marché de Glazoué entraînant un coût additionnel lié au transport. Cependant, les producteurs connaissent des difficultés de commercialisation de l'igname liée à la mauvaise foi des commerçants de Glazoué qui prennent les produits à des prix bas.

- **Village de Boubou**

Le stockage des tubercules d'igname se fait généralement au champ avec des risques d'attaques des rongeurs, des ravageurs et maladies entraînant des dégâts et des pertes d'ignames. Une partie de la production d'igname récoltée est destinée à la production de semenceaux (30%) et environ 30 % des tubercules récoltés sont destinés à l'autoconsommation.

L'igname est autoconsommée principalement sous formes pilée, bouillie, grillée. La part restante des tubercules frais récoltés (40 %) est destinée à la vente. Les producteurs vendent les ignames soit au champ (cas dominant) aux commerçants de Glazoué pour limiter les coûts de transport du produit, soit au marché local (de moindre importance) généralement par les femmes. Ces commerçants revendent aux grands commerçants qui viennent au marché de Glazoué.

- **Village de Djagballo**

En ce qui concerne la phase post-récolte, il importe de mentionner qu'il n'y a pas une structure spécifique ni une méthode définie pour le stockage des tubercules d'igname. Ils sont stockés sous terre ou soit dans les habitations. La transformation des tubercules en cossettes constitue le seul moyen de conservation de l'igname dans le village. L'igname représente la première spéculation agricole pratiquée dans le village.

Deux principaux objectifs sous-tendent la production de l'igname : l'autoconsommation et la vente. En effet, l'igname occupe depuis toujours, une place prépondérante dans l'alimentation de la population de Djagballo. Toutefois, la part vendue de la production demeure très élevée. Environ 40 % de la production d'igname sont consommées au sein des ménages, contre 60 % directement vendues sur les différents marchés de la région. Les parts investies dans la production des semenceaux et les divers sacrifices traditionnels, sont très marginales.

Le système de commercialisation d'igname varie selon les quantités mises en marché. Alors que les gros producteurs vendent leur production soit au champ, soit en les acheminant vers les grands marchés (Bantè, Glazoué etc.), les petits producteurs qui commercialisent de faibles quantités d'igname se contentent plutôt de la demande locale (consommateurs, transformatrices et collecteurs locaux). En dehors du marché local, les marchés de Bantè, Glazoué, Savalou, Dassa etc. constituent les principaux lieux d'écoulement de la production d'igname.

En ce qui concerne les processus de transformation, il est à noter que l'igname est préférentiellement transformée en cossettes. C'est la principale forme de conservation de l'igname dans le village. Environ 20 % de la production totale est transformée en cossettes destinées à être consommées en période de soudure pour

compléter les stocks de céréales restants. Ce processus de transformation concerne surtout les tubercules issus de la dernière récolte

- **Village de Dani**

En ce qui concerne la phase post-récolte, il importe de mentionner également qu'il n'y a pas une structure spécifique ni une méthode définie pour le stockage des tubercules d'igname. Ils sont stockés au champ, sous terre, dans les habitations. La transformation des tubercules en cossettes constitue le seul moyen de conservation de l'igname dans le village. L'igname représente la première spéculation agricole pratiquée dans le village. Deux principaux objectifs sous-tendent la production de l'igname: l'autoconsommation et la vente.

- **Village de Tchètti**

Environ 70 % de la production d'igname sont consommées au sein des ménages, contre seulement 25 % directement vendues. Les 5 % restant sont investies dans la production des semenceaux et les divers sacrifices traditionnels nécessitant des offrandes d'ignames.

Par ailleurs, l'igname est préférentiellement transformée en cossettes. Environ 15 % de la production d'igname est transformée en cossettes. C'est la principale forme de conservation de l'igname dans le village. Les cossettes d'igname sont surtout consommées en période de soudure pour compléter les stocks de céréales restants.

Au plan commercial, l'igname est vendue soit au champ, soit au village et surtout au marché. Des commerçantes viennent de Savalou, Dassa, Abomey et Bohicon pour s'approvisionner dans le village. En dehors du marché local, les marchés de Tchetti, Savalou et Glazoué servent de cadre pour l'écoulement de la production d'igname. En période de mévente où tous ces marchés sont saturés, les producteurs d'igname acheminent leurs produits vers les marchés du Togo

#### **5.1.3.8. Division du travail et aspect genre**

On observe une division du travail selon le sexe dans la région en matière de production d'igname. Les activités nécessitant beaucoup d'effort physique telles que le défrichage et le buttage pour l'igname sont pratiquées par les chefs d'exploitation agricoles, les jeunes dans tous les types (gros producteurs, moyens et petits) et aussi par les salariés recrutés sur place ou ailleurs.

Les femmes en dehors de leurs activités domestiques exécutent certains travaux pour leurs maris dans les champs notamment la plantation des semenceaux d'igname, le tuteurage, le sarclage, la récolte et surtout les activités de post récolte (transport, stockage transformation agroalimentaires d'ignames, commercialisation ...). Les enfants contribuent pour une part importante dans cette main d'œuvre.

### 5.1.3.9. Typologie et profils des producteurs d'ignames

Les critères de catégorisation identifiés varient d'un village à un autre. Il est ressorti entre autres critères pour discriminer les producteurs d'ignames: la superficie du champ d'igname, la capacité de financement du producteur, la disponibilité de la main d'oeuvre, les quantités commercialisées et les circuits.

Sur cette base trois catégories de producteurs sont identifiées dont les profils varient d'un village à un autre:

- gros producteurs (généralement les nantis);
- producteurs moyens (niveau de prospérité moyen);
- petits producteurs (niveau de prospérité faible).

#### • Village de Toui-gare

Les principaux critères évoqués pour discriminer les producteurs d'igname sont : la superficie du champ d'igname, la capacité de financement du producteur, les quantités commercialisées et les circuits.

*- Le type 1 : ce sont les gros producteurs « Agbalagba » qui représentent 5 % des producteurs d'igname.*

Le niveau d'emblavure d'igname est supérieur à 2 ha. Ils vendent plus de quatre jeeps d'igname chaque année et disposent de ressources financières suffisantes pour couvrir les charges relatives à la main-d'œuvre salariée. Ils investissent assez d'argent pour l'entretien de leurs champs et s'assurent que les diverses opérations culturales soient réalisées à bonne date. Ils exploitent plus de main-d'œuvre salariée que familiale.

*- Le type 2 : ce sont les producteurs moyens « Agbè » qui représentent 35 % des producteurs d'igname.*

Ils disposent de superficie d'igname d'environ 1 ha. Ils sont au dessus de l'autosuffisance alimentaire. Ils disposent de l'igname pour leur autoconsommation pendant plus de six mois par an. Ils sont bien assidus au champ. Leurs ressources financières propres ne sont pas suffisantes pour couvrir toutes les charges relatives à la production. Ils contractent donc des crédits auprès des IMF et surtout auprès des commerçantes pour financer la production. Ils exploitent autant la main-d'œuvre salariée que familiale.

*- Le type 3: ce sont les petits producteurs (« Ata Ntchou » et « Oloko chiguidi ») qui représentent 60 % des producteurs d'igname*

Leur champ d'igname ne dépasse pas 0,5 ha. La difficulté de ressources financières constitue un véritable obstacle à leur expansion. Ils ont des difficultés de trésorerie

ce qui limite leur accès au crédit formel. Ils exploitent autant la main-d'œuvre familiale que salariée.

- **Village de Gbanlin**

Les principaux critères utilisés pour discriminer les producteurs d'igname sont identiques à ceux du village Toui-Gare. Il se dégage les trois types de producteurs d'ignames comme susmentionnés.

- **Village de Magoumi**

Le principal critère de catégorisation des exploitations d'igname identifié par les informateurs clés est l'importance de l'emblavure des champs d'igname qui détermine le niveau de prospérité des producteurs d'igname.

Sur cette base, il s'est dégagé trois grands types de producteurs d'igname à Magoumi:

*- Le type 1 : ce sont les gros producteurs qui représentent 20 % des producteurs d'igname.*

Les gros producteurs sont les jeunes, les hommes adultes et les vieux d'âges compris entre 35 et 65 ans. La superficie moyenne emblavée annuellement est de 2,5 ha pour l'igname.

*- Le type 2 : ce sont les producteurs moyens qui représentent 30 % des producteurs d'igname.*

Les producteurs moyens sont également les jeunes, les hommes adultes et les vieux d'âges compris entre 32 et 70 ans. Ils emblavent annuellement en moyenne 1,5 ha de terre pour l'igname.

*- Le type 3: ce sont les petits producteurs qui représentent 50 % des producteurs d'igname*

Les petits producteurs sont les jeunes, les hommes adultes et les vieux d'âges compris entre 34 et 70 ans. Ils emblavent annuellement en moyenne 0,7 ha de terre pour l'igname.

- **Village de Boubou**

Le principal critère de catégorisation des exploitations d'igname identifié par les informateurs clés de Boubou est également l'importance de l'emblavure d'igname par les producteurs qui détermine leur niveau de prospérité. L'importance est accordée également au niveau d'emblavure d'autres principales cultures pratiquées dans le village dont notamment le maïs, le sorgho, le goussi, le riz etc qui génèrent de ressources financières additionnelles.

Sur cette base, il s'est dégagé trois grands types de producteurs d'igname à Boubou:

- *Le type 1 : ce sont les grands producteurs qui représentent 30 % des producteurs d'igname.*

Les grands producteurs sont en général les hommes adultes et les vieux dont la moyenne d'âge est 65 ans. La superficie moyenne annuelle en igname est de 3 ha. Les superficies moyennes en 2008 pour d'autres spéculations telles que le maïs, le goussi, le sorgho, le riz et le coton sont respectivement de 4 ha, 4 ha, 2 ha, 1 ha et 1 ha.

- *Le type 2 : ce sont les producteurs moyens qui représentent 50 % des producteurs d'igname.*

Les producteurs moyens sont les jeunes, les hommes adultes et les vieux d'âges compris entre 35 et 63 ans constitués en majorité de Pila Pila. Ils emblavent annuellement en moyenne 1,4 ha de terre pour l'igname. Les superficies moyennes en 2008 pour d'autres spéculations se présentent comme suit: goussi (3,5 ha), sorgho (3 ha), maïs (2,75 ha), manioc (1 ha), niébé (1 ha) et riz (0,7 ha).

- *Le type 3: ce sont les producteurs faibles qui représentent 20 % des producteurs d'igname.*

Les petits producteurs sont les jeunes, les hommes adultes et les vieux d'âges compris entre 25 et 60 ans constitués en majorité de Pila Pila. Ils emblavent annuellement en moyenne 0,50 ha de terre pour l'igname. Les superficies moyennes en 2008 pour d'autres spéculations se présentent comme suit: soja (3,3 ha), goussi (2,7 ha), sorgho (2,3 ha), maïs (1,7 ha), coton (1,5 ha), manioc (0,75 ha), riz (0,5 ha), niébé (0,45 ha), voandzou (0,40 ha) et l'arachide (0,3 ha).

- **Village de Djagballo**

Les principaux critères utilisés pour discriminer les producteurs d'igname sont : la superficie du champ d'igname, la capacité de financement du producteur, les quantités commercialisées et les circuits exploités à cet effet.

Sur cette base, il s'est dégagé trois grands types de producteurs d'igname à Djagballo:

- *Le type 1 : ce sont les gros producteurs « Ahoko » qui représentent 10 % des producteurs d'igname.*

C'est de riches agriculteurs. Ils emblavent des superficies supérieures multiples de l'hectare pour la production d'igname. Ils disposent également de ressources financières suffisantes pour couvrir les charges relatives à la main-d'œuvre salariée. Ils n'ont recours à aucune source externe pour financer leur production. Ils investissent assez d'argent pour l'entretien de leurs champs et s'assurent que les diverses opérations culturales soient réalisées à bonne date. La main-d'œuvre salariée est la plus exploitée. La production est essentiellement orientée vers le marché. Ils ne vendent pas leur production sur le marché local. C'est carrément des camions qui viennent chercher leurs productions pour les convoier vers les grands marchés.

- *Le type 2 : ce sont les producteurs moyens (« Agbè » et « Ata Ntchou » ) qui représentent 55 % des producteurs d'igname.*

Ils emblavent des superficies pouvant varier entre 0.5 et 1 hectare. La disponibilité de ressources financières constitue un véritable obstacle à leur expansion. Certains n'ont pas accès au crédit et de ce fait ils financent les opérations essentiellement sur fonds propres. D'autres contractent des crédits auprès des IMF et surtout auprès des commerçantes pour financer la production. Ils exploitent autant la main-d'œuvre familiale que salariée. La production est vendue sur le marché local et parfois sur les grands marchés peu éloignés comme Bantè. Le transport des produits se fait à moto ou à vélo.

- *Le type 3: ce sont les petits producteurs (« Oloko chiguidi ») qui représentent 35 % des producteurs d'igname.*

Ils emblavent seulement quelques parcelles qu'ils arrivent à peine à entretenir car ils manquent cruellement de moyens financiers pour se payer une main-d'œuvre salariée suffisante. Ainsi, ils exploitent surtout la main-d'œuvre familiale. L'objectif premier de la production d'igname est l'autoconsommation. La part commercialisée est faible et les produits sont acheminés vers le marché local sur la tête.

- **Village de Dani**

Les principaux critères utilisés pour discriminer les producteurs d'igname sont : la superficie du champ d'igname, l'ancienneté des producteurs en matière de la culture d'igname, la capacité du producteur à entretenir son champ d'igname, l'itinéraire technique, la disponibilité de la main d'œuvre familiale, la capacité de financement du producteur.

Sur cette base, il s'est dégagé trois grands types de producteurs d'igname à Dani:

- *Le type 1 : ce sont les gros producteurs qui représentent 15 % des producteurs d'igname.*

La superficie emblavée en igname importante (2,5 ha) et ils sont d'anciens producteurs d'igname. Ils effectuent bien les entretiens de leurs exploitations d'igname et disposent d'une diversité des variétés produites. La main d'œuvre familiale élevée et les moyens financiers investis dans les exploitations d'igname, sont importants.

- *Le type 2 : ce sont les producteurs moyens qui représentent 20 % des producteurs d'igname.*

La superficie emblavée en igname est relativement moindre (1,5 ha) et ils sont d'anciens producteurs d'igname. Ils ne sont pas spécialisés en culture d'igname et mènent d'autres activités associées à celles de l'igname.

- *Le type 3: ce sont les petits producteurs qui représentent 65 % des producteurs d'igname.*



Ils emblavent seulement quelques parcelles qu'ils arrivent à peine à entretenir car ils manquent cruellement de moyens financiers pour se payer une main-d'œuvre salariée suffisante.

- **Village de Tchètti**

Plusieurs critères ont été utilisés pour discriminer les producteurs d'igname. Il s'agit principalement de : la superficie du champ d'igname et de l'entretien qui lui est porté par le producteur. Indubitablement, ces deux critères se rapportent tous à la situation financière du producteur.

Sur cette base, il s'est dégagé trois grands types de producteurs d'igname à Tchetti:

*- Le type 1 : ce sont les gros producteurs qui représentent 20 % des producteurs d'igname.*

C'est de riches agriculteurs. Ils emblavent des superficies supérieures à l'hectare pour la production d'igname. Ils disposent également de ressources financières suffisantes pour couvrir les charges relatives à la main-d'œuvre salariée. L'entretien de leurs champs est irréprochable car ils y investissent assez d'argent et s'assurent que les opérations culturales soient réalisées à bonne date. La main-d'œuvre salariée est la plus exploitée. La production est essentiellement orientée vers le marché.

*- Le type 2 : ce sont les producteurs moyens qui représentent 50 % des producteurs d'igname.*

Ils emblavent des superficies pouvant varier entre 0.5 et 1 hectare. La disponibilité de ressources financières constitue un véritable obstacle à leur expansion. Toutefois, ils entretiennent très bien leurs champs et arrivent à satisfaire aux besoins en main-d'œuvre grâce aux crédits qu'ils obtiennent surtout chez les commerçantes. Ils exploitent autant la main-d'œuvre salariée que familiale. Plus de la moitié de la production est vendue.

*- Le type 3: ce sont les petits producteurs qui représentent 40 % des producteurs d'igname.*

Ils emblavent seulement quelques parcelles qu'ils arrivent à peine à entretenir car ils manquent cruellement de moyens financiers pour se payer une main-d'œuvre salariée suffisante. Ainsi, ils exploitent surtout la main-d'œuvre familiale. L'objectif premier de la production d'igname est l'autoconsommation.

- **Village de Katakou**

Plusieurs critères ont été utilisés pour discriminer les producteurs d'igname. Il s'agit principalement de: la superficie du champ d'igname et autres spéculations, la disponibilité de la main d'œuvre familiale, la capacité de financement des activités agricoles, les objectifs de production, le niveau du cheptel ovine, caprine et porcine.

Sur cette base, il s'est dégagé trois grands types de producteurs d'igname à Katakoui:

*- Le type 1 : ce sont les gros producteurs (les nantis « (Yé do nou) » ) qui représentent 21 % des producteurs d'igname.*

Ce sont de riches agriculteurs. Ils emblavent des superficies de 4 à 5 ha pour la production d'igname. Ils produisent l'igname pour l'autoconsommation et la vente de gros avec une production en général à tendance évolutive. Ils s'adonnent plus à l'igname de bas-fonds et sont capables de négocier de nouvelles terres et les mettre en valeur. En plus de la main d'œuvre familiale, il engage la main d'œuvre salariée contractuelle. Ils montrent une meilleure performance en production d'igname et autres spéculations et s'adonnent à l'élevage des ovins, caprins et porcins.

*- Le type 2 : ce sont les producteurs moyens (moins nantis « Yéglo Yédé ») qui représentent 43 % des producteurs d'igname.*

Ils emblavent des superficies pouvant variées entre 2 et 3 ha. Ils produisent l'igname pour l'autoconsommation et la vente avec une production en général à tendance régressive. En plus de la main d'œuvre familiale, il mobilise la main d'œuvre salariée occasionnelle. Toutefois ils entretiennent très bien leurs champs et arrivent à satisfaire aux besoins en main-d'œuvre grâce aux crédits qu'ils obtiennent surtout chez les commerçantes. Ils exploitent autant la main-d'œuvre salariée que familiale. Plus de la moitié de la production est vendue.

*- Le type 3: ce sont les petits producteurs (« Yédo gando wè ») qui luttent pour la survie et représentent 36 % des producteurs d'igname.*

Ils emblavent seulement quelques parcelles inférieures ou égales à 1 ha. Ils manquent cruellement de moyens financiers. Leur petite production évolue en dents de scie. Faute de moyens pour mettre en valeur de nouvelles terres, ils sont souvent contraints de travailler des sols peu productifs. Ils produisent l'igname principalement pour l'autoconsommation et accessoirement pour la vente en détail. Ils servent parfois d'ouvrier agricole pour les autres producteurs.

#### **5.1.3.10. Evolution de la diversité variétale**

Le pool variétal au niveau des villages enquêtés est essentiellement caractérisé par les ignames du complexe *Dioscorea cayenensis-Dioscorea rotundata* qui se subdivisent en deux types: les ignames précoces et les ignames tardives. Le diagnostic, sous réserve de synonymie, a permis d'identifier 62 variétés dans les villages prospectés (tableau 2).

Les villages de Tchètti, Toui-gare, Dani, Magoumi et Boubou se distinguent par leur diversité élevée comparée aux villages de Gbanlin, Djagballo et Katakou (tableau 3).

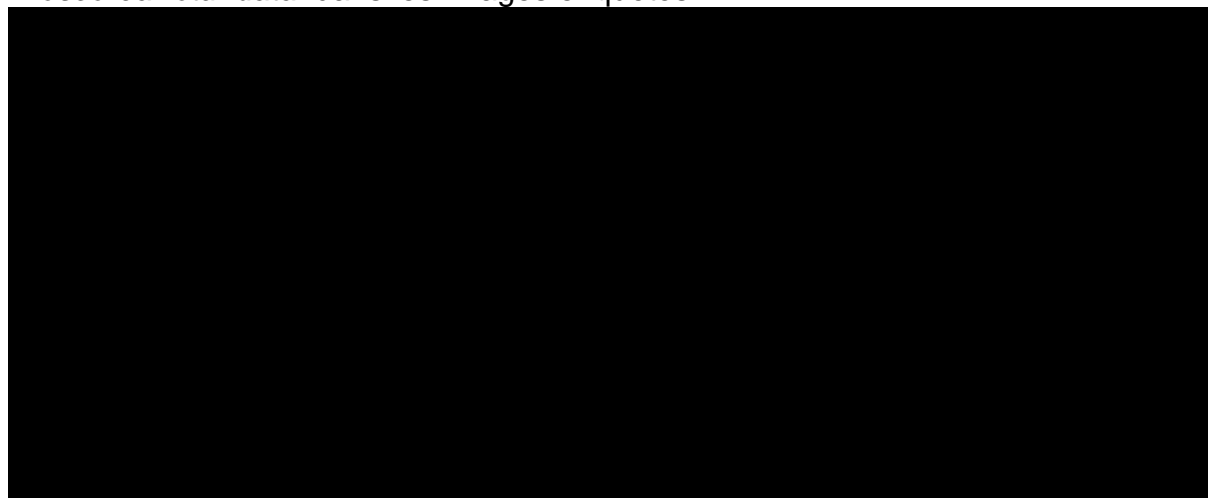
De la zone d'existence de front pionnier (« villages de Tchètti, Djagballo et Gbanlin ») à la zone d'inexistence de front pionnier (« villages de Magoumi, Boubou et Toui-gare ») en passant par la zone en cours de saturation (« villages de Dani et

Katakou »), on retrouve aussi bien les variétés exigeantes et moins exigeantes aux sols fertiles que les variétés rustiques qui s'adaptent aux sols pauvres (tableau 3).

Tableau 2 : Importance relative d'utilisation des variétés du complexe *Dioscorea cayenensis-Dioscorea rotundata* dans les villages prospectés

Village	Commune	Importance front pionnier	% Variétés précoces	% Variétés tardives
Tchètti	Glazoué	Existant	94,4	5,6
Djagballo	Bantè	Existant	60,0	40,0
Gbanlin	Ouessè	Existant	81,8	18,2
Dani	Savè	Saturation en cours	81,3	18,8
Katakou	Glazoué	Saturation en cours	61,5	38,5
Toui-gare	Ouessè	Inexistant	87,5	12,5
Magoumi	Glazoué	Inexistant	83,3	16,7
Boubou	Savè	Inexistant	64,7	35,3

Tableau 3 : Diversité variétale des ignames du complexe *Dioscorea cayenensis-Dioscorea rotundata* dans les villages enquêtés



On constate également que les variétés les plus fréquentes sont Gangni, Gnidou, Laboko (variétés précoces), Kokoro et Florido-*Dioscorea alata* (variétés tardives) au niveau des villages prospectés (tableau 4).

Tableau 4 : Fréquence des variétés d'ignames du complexe *Dioscorea cayenensis-Dioscorea rotundata* dans les villages enquêtés

Zone d'existence du front pionnier				Zone de front pionnier en cours de saturation				Zone d'inexistence de front pionnier			
Variété précoce	Fréquence	Variété tardive	Fréquence	Variété précoce	Fréquence	Variété tardive	Fréquence	Variété précoce	Fréquence	Variété tardive	Fréquence
Affo	1	Afobo	1	Adigbli	1	Florido	1	Adigbli	1	Florido	1
Aïmon	1	Florido	1	Akpékpé	1	Gnalabo	1	Agatoui	1	Gnalabo	1
Amoula	1	Gnalabo	2	Anago	1	Kokoro	2	Aïmon	2	Kokoro	2
Awontégni	1	Ikinin	1	Eflou	1	Kpete agbewc	1	Akpékpé	1	Kroukrouman	1
Cétéboa	1	Kokoro	2	Gangni	1	Kpete aloungz	1	Ala	1	Magamame	1
Coumbé	1			Gnidou	2	Yadabou	1	Alamonla	1	Nonbaco	1
Dodo	1			Klatchi	2			Alasiri	1	Porchékabime	1
Fananan	1			Kodjéwé	2			Alata	1		
Gangni	3			Kotala	1			Anago	2		
Gnidou	3			Kpakara	1			Aramonra	1		
Katala	1			Laboko	2			Awanté	1		
Klatchi	1			Mondji	1			Dodo	2		
Kokouman	1			Morokoro	1			Eflou	1		
Koukouh	1			Okogan	1			Gangni	2		
Laboko	3			Tanguiéta	1			Gnidou	3		
Lèkè	1			Wété	1			Hountanaï	1		
Mafob	1							Kodjéwé	1		
Mondji	2							Kofegui	1		
Morokoro	1							Kogan	1		
Oboti	1							Kpakala	2		
Okogan	1							Kpataga	1		
Parrakou	1							Labako	3		
Tanguiéta	1							Mafob	2		
yobrè	1							Mondji	1		
								Mondo	1		
								Monfogbon	1		
								Monkonon	1		
								Noudros	1		
								Talas	1		
								Wassai	1		
La fréquence est le nombre de villages sur un total de 3 villages enquêtés				La fréquence est le nombre de village sur un total de 2 villages enquêtés				La fréquence est le nombre de villages sur un total de 3 villages enquêtés			

#### 5.1.3.11. Contraintes de production

Les contraintes de production sont de divers ordres (techniques, financier, naturel etc.) et constituent de véritables goulots d'étranglement pour l'accroissement de la production d'igname dans les villages étudiés. Ces contraintes feront objet d'élaboration des équations pour les modèles bioéconomiques d'exploitation agricole à base d'igname dans la région centrale du Bénin.

##### • Village de Toui-gare

Au plan technique, le caractère rudimentaire des équipements de production affecte la performance du travail et partant du système de culture en général. Ainsi, le système se trouve totalement tributaire de la force de travail humaine. Aussi convient-il de mentionner l'absence d'interventions techniques des structures d'appui à l'endroit des producteurs d'igname. Les pratiques culturelles sont restées traditionnelles sur fond de mobilité spatiale et de destruction continue des écosystèmes forestiers. Avec le blocage des fronts pionniers par le respect des limites de la forêt classée, et l'accroissement permanent de la pression humaine sur le terroir, il va falloir réorienter les techniques de production. Les producteurs de Toui-gare perçoivent clairement ces difficultés mais ne conçoivent pas la possibilité d'une production sédentarisée de l'igname et ont du mal à y croire.

Au plan financier, le faible pouvoir d'achat des producteurs associé aux difficultés d'accès au crédit agricole, fragilise les capacités de financement des producteurs. C'est l'un des principaux obstacles à la production d'igname dans le village. Il limite les emblavures d'igname et réduit la force de travail à la main-d'œuvre familiale. L'accès aux intrants spécifiques est ainsi hypothéqué.

Au plan environnemental, les aléas constituent un véritable problème pour la production agricole en générale et celle de l'igname en particulier. Le système de culture étant exclusivement dépendant de la nature, les moindres anomalies climatiques sont sérieusement ressenties au niveau de la production. La réduction drastique des espèces ligneuses pose le problème des tuteurs pour les lianes d'igname. L'autre difficulté largement abordée par nos interlocuteurs est l'abondance et le développement rapides des adventices.

Par ailleurs, il est de plus en plus difficile d'accéder à la main-d'œuvre salariée parce que la plupart des ouvriers viennent d'ailleurs, surtout de l'Atacora. Aussi convient-il de mentionner les difficultés d'écoulement de l'igname à un prix rémunérateur. Les marges des commerçants qui se développent au détriment de celles des producteurs compromettent quelque peu la rentabilité de l'activité.

- **Village de Gbanlin**

Au plan technique, le caractère rudimentaire des équipements de production affecte la performance du travail et partant du système de culture en général. Ainsi, le système se trouve totalement tributaire de la force de travail humaine. Aussi convient-il de mentionner l'absence d'interventions techniques des structures d'appui à l'endroit des producteurs d'igname. Les pratiques culturelles sont restées traditionnelles sur fond de mobilité spatiale et de destruction continue des écosystèmes forestiers. Avec le blocage des fronts pionniers par le respect des limites de la forêt classée, et l'accroissement permanent de la pression humaine sur le terroir, il va falloir réorienter les techniques de production. Les producteurs de Gbanlin perçoivent clairement ces difficultés mais ne conçoivent pas la possibilité d'une production sédentarisée de l'igname et ont du mal à y croire.

Au plan financier, le faible pouvoir d'achat des producteurs associé aux difficultés d'accès au crédit agricole, fragilise les capacités de financement des producteurs. C'est l'un des principaux obstacles à la production d'igname dans le village. Il limite les emblavures d'igname et réduit la force de travail à la main-d'œuvre familiale. L'accès aux intrants spécifique est ainsi hypothéqué.

Au plan environnemental, les aléas constituent un véritable problème pour la production agricole en générale et celle de l'igname en particulier. Le système de culture étant exclusivement dépendant de la nature, les moindres anomalies climatiques sont sérieusement ressenties au niveau de la production. La réduction drastique des espèces ligneuses pose le problème des tuteurs pour les lianes d'igname. L'autre difficulté largement abordée par nos interlocuteurs est l'abondance et le développement rapides des adventices.

Par ailleurs, il est de plus en plus difficile d'accéder à la main-d'œuvre salariée parce que la plus part des ouvriers viennent d'ailleurs, surtout de l'Atacora. Aussi convient-il de mentionner les difficultés d'écoulement de l'igname à un prix rémunérateur. Les marges des commerçants qui se développent au détriment de celles des producteurs compromettent quelque peu la rentabilité de l'activité.

- **Village de Magoumi**

Au plan technique, il est à noter la difficulté liée à l'épuisement des sols due à la pression foncière; la difficulté de stockage et de conservation de l'igname.

Au plan financier, la difficulté financière pour payer la main d'œuvre contraint certains producteurs à contracter de crédit auprès des commerçants de Glazoué. Le crédit est remboursé à la vente de l'igname avec un taux d'intérêt annuel de 50 %

Au plan organisationnel, l'accès aux intrants agricoles (engrais minéraux) est difficile. Il existe des groupements villageois (GV) pour la culture du coton ; ce qui facilite l'accès aux intrants pour la spéculation. Mais le dysfonctionnement au niveau de la filière entraîne de plus en plus le découragement des producteurs.

Au plan foncier, les terres propices pour l'igname deviennent de plus en plus rares accentuées par la poussée démographique sans cesse croissante.

Au plan climatique, l'abondance ou le manque de pluie, les poches de sécheresse entraînent des dégâts des cultures et la pourriture des tubercules d'igname particulièrement la variété Laboko dans les bas-fonds. Dans un cas comme dans l'autre, on enregistre une incidence sur la production de l'igname.

Les producteurs de Magoumi connaissent également la contrainte de transport des ignames au marché de Glazoué et de commercialisation liée la mauvaise foi des commerçants de Glazoué qui prennent les produits à bas prix.

- **Village de Boubou**

Au plan technique, la fertilité des sols diminue par la pratique d'agriculture itinérante sur brûlis; on enregistre également la difficulté de stockage et de conservation de l'igname.

Au plan financier, la difficulté financière pour payer la main d'œuvre contraint certains producteurs à contracter de crédit auprès des commerçants de Glazoué. Le crédit est remboursé à la vente de l'igname avec un taux d'intérêt annuel de 50 %

Au plan organisationnel, l'accès aux intrants agricoles (engrais minéraux) est difficile. Il existe des groupements villageois (GV) pour la culture du coton ; ce qui facilite l'accès aux intrants pour la spéculation. Les cultures subséquentes bénéficient de l'arrière effet de cet engrais. Mais le dysfonctionnement au niveau de la filière entraîne de plus en plus le découragement des producteurs.

Au plan financier, la terre ne constitue pas un facteur limitant pour les populations de Boubou. La terre propice pour l'igname est disponible acquise dans un système de

métayage. Toutefois, ce statut foncier est défavorable pour les producteurs en matière d'agroforesterie car il ne permet pas aux allochtones de Boubou d'implanter des arbres dans les espaces à eux alloués.

Au plan climatique, l'abondance ou le manque de pluie, les poches de sécheresse entraînent des dégâts des cultures et la pourriture des tubercules d'igname particulièrement la variété Laboko dans les bas-fonds. Toutefois, la confection de grosses buttes (500 buttes/ha) de hauteur souvent supérieure à 1 mètre à Boubou limite les pertes dues aux inondations. Dans un cas comme dans l'autre, on enregistre une incidence sur la production de l'igname.

Les producteurs de Boubou connaissent également la contrainte de commercialisation de l'igname liée la mauvaise foi des commerçants de Glazoué qui prennent les produits à bas prix; cela inclus le truquage de la bascule de pesage qui indique au rabais le poids des tubercules d'igname. Le découpage territorial en communes et arrondissements constitue aussi, selon eux, un frein à la commercialisation de l'igname. En effet, l'accès des producteurs de Boubou de la Commune de Savè au marché de Glazoué ne se fait pas de façon aisée.

- **Village de Djagballo**

Au plan financier, le faible pouvoir d'achat des producteurs associé aux difficultés d'accès au crédit agricole, fragilise la capacité de financement des producteurs. C'est l'un des principaux obstacles à la production d'igname dans le village. Il limite les emblavures d'igname et réduit la force de travail à la main-d'œuvre familiale.

Au plan technique, le caractère rudimentaire des équipements de production affecte la performance du travail et partant du système de culture en général. Ainsi, le système se trouve totalement tributaire de la force de travail humaine. Aussi convient-il de mentionner l'absence d'interventions techniques des structures à l'endroit des producteurs d'igname.

Au plan climatique, les aléas constituent un véritable problème pour la production agricole en générale et celle de l'igname en particulier. Le système de culture étant exclusivement dépendant de la nature, les moindres anomalies climatiques sont sérieusement ressenties au niveau de la production.

Par ailleurs, il est de plus en plus difficile d'accéder à la main-d'œuvre salariée parce que la plus part des ouvriers viennent d'ailleurs, surtout du Togo. Aussi convient-il de mentionner ici la baisse sensible du prix de l'igname, ce qui compromet quelque peu la rentabilité de l'activité.

- **Village de Dani**

Les difficultés répertoriées dans la culture d'igname peuvent se résumer ainsi qu'il suit :

Difficulté d'ordre technique: le manque d'encadrement ou de conseils techniques pour la promotion de la culture d'igname, l'inexistence de variétés améliorées et

résistantes aux maladies constatées sur les cultures, la dégénérescence des variétés cultivées avec le temps, la difficulté d'approvisionnement en semenceaux et surtout en semenceaux de grande valeur commerciale et de qualités recherchées, les attaques d'insectes sur les feuilles d'igname qui compromettent le rendement de la culture (notamment sur la variété Kokoro , Des attaques de la cochenille farineuse, de nématodes sur les tubercules) ;

Difficulté d'ordre financier: le manque de ressources financières pour entreprendre la culture dans ses différentes phases, la difficulté d'acquisition des semenceaux en quantité voulue, la difficulté de commercialisation (les commerçants viennent acheter les récoltes à crédit et payent difficilement) ;

Difficulté d'ordre organisationnel : l'inexistence d'organisation pour traiter des questions de la culture, l'inexistence de marché adéquat et rémunérateur pour la commercialisation des récoltes d'igname

Difficulté d'ordre foncier : Les terres appropriées pour la culture se réduisent de plus en plus dans le village et il y a nécessité d'aller loin (vers Igbojé) avant de pouvoir cultiver l'igname actuellement.

Difficulté d'ordre climatique: Les pluies arrivent tard soit abondantes soit trop insuffisantes et portent d'incidence sur la production de l'igname.

Autres difficultés : la divagation des animaux dans les champs d'igname, l'insuffisance de main d'œuvre pour entreprendre les travaux liés à la culture.

- **Village de Tchètti**

Au plan technique, le caractère rudimentaire des équipements de production affecte la performance du travail et partant du système de culture d'igname en général. Ce système se retrouve totalement et exclusivement tributaire de la force de travail humaine. Aussi convient-il de mentionner l'absence d'interventions techniques des structures à l'endroit des producteurs d'igname.

Au plan financier, le faible pouvoir d'achat des producteurs et l'absence d'accès au crédit agricole fragilise la capacité de financement de la production. Les difficultés financières constituent le principal obstacle à la production d'igname dans le village. C'est la difficulté la mieux partagée entre producteurs.

Au plan climatique, les aléas constituent un véritable problème pour la production agricole en générale et celle de l'igname en particulier. Le système de culture étant exclusivement dépendant de la nature, les moindres anomalies climatiques sont ressenties au niveau de la production.

Il convient de mentionner pour finir, la raréfaction de plus en plus contraignante de terres propices à la culture d'igname ; ce qui compromet la durabilité du système.

- **Village de Katakou**

Sur le plan technique, malgré l'importance économique et sociale de l'igname à Katakou, cette culture n'a jamais bénéficié d'un appui technique externe. Ainsi, les



pratiques culturelles restent traditionnelles sur fond de mobilité spatiale et de destruction continue des écosystèmes forestiers. Même s'il faut reconnaître que les producteurs ont forgé traditionnellement une certaine expertise pour la production d'igname, le manque d'intervention externe handicape la nécessaire synergie entre savoir endogène et exogène pour faire face aux nouveaux défis, notamment celui de l'espace. Aucune pratique de préservation de la fertilité du sol n'est adoptée dans la production d'igname. Ainsi, la plupart des producteurs rencontrés, ne conçoivent pas la possibilité d'une production sédentarisée de l'igname et ont du mal à y croire. De plus, malgré l'ampleur des opérations culturelles et la force de travail nécessaires, la production d'igname à Katakou est encore tributaire des outils aratoires.

Sur le plan financier, les producteurs déplorent l'absence d'un mécanisme financier spécifique pour accompagner la production de l'igname, en particulier la prise en charge des activités de préparation du sol et surtout la confection des buttes. Selon les producteurs, les modalités de crédit (taux d'intérêt et délai de remboursement) des CLCAM et ASF ne seraient pas adaptés au financement de la production d'igname.

Enfin, les aléas climatiques de ces dernières années perturbent le calendrier cultural et affectent le rendement de l'igname en l'absence de toute technique de maîtrise de l'eau.

- **Village d'Aklampa**

Au niveau des difficultés liées à la production on peut retenir :

Difficultés techniques (manque de technique de multiplication rapide des semenceaux d'igname, manque de technique de conservation durable des tubercules d'igname);

Difficultés financières (absence totale de crédits de soudure et d'achat de semenceaux);

Difficultés organisationnelles (pas d'organisation des producteurs. Seuls quelques rares producteurs enquêtés appartiennent à une organisation paysanne);

Difficultés climatiques (la non répartition de la pluviométrie à certains moments, les poches de sécheresse).

#### **5.1.4. Discussions**

- **Typologie et profils des producteurs d'ignames**

Les critères de catégorisation identifiés varient d'un village à un autre. Il est ressorti entre autres critères pour discriminer les producteurs d'ignames: la superficie du champ d'igname, la capacité de financement du producteur, la disponibilité de la main d'oeuvre, les quantités d'ignames commercialisées et les circuits.

Sur cette base, trois catégories de producteurs sont identifiées dont les profils varient d'un village à un autre :

- gros producteurs (généralement les nantis)
- producteurs moyens (niveau de prospérité moyen)
- petits producteurs (niveau de prospérité faible)

L'emblavure des superficies en igname apparaît comme un critère transversal et le plus discriminant dans les différents villages. Ceci justifie l'importance de l'agriculture extensive pour la production d'igname au détriment des pratiques d'intensification agricole avec ses conséquences sur la dégradation des forêts/ressources naturelles.

En outre, la disponibilité de la main d'œuvre, la capacité de financement du producteur et les quantités de produits commercialisées constituent des critères non moins importants. Ceci montre l'importance de la mobilisation de fonds propre pour l'activité de production d'igname exigeante en main d'œuvre dans un contexte où l'octroi de crédit financier sur vivrier est aléatoire.

#### • **Division du travail et aspect genre**

Le diagnostic a révélé la division de travail selon le sexe et la faible participation des femmes dans la conduite des systèmes de culture à base d'igname. Ceci confirme les travaux antérieurs de Maliki (2006) et tient lieu de plusieurs causes:

Traditionnellement, la culture d'igname est l'apanage des hommes, ont fait remarquer les femmes. Cette activité demande de l'énergie humaine lors des travaux de défrichement et de buttage pour l'installation de la culture. En outre, les femmes sont souvent reléguées au second rang en matière de tenure foncière. Elles subissent souvent l'effet d'un régime patrilinéaire d'attribution des terres qui accorde la priorité foncière aux hommes. En conséquence, elles occupent souvent les terres pauvres léguées par leurs maris. La culture d'igname étant exigeante en terre fertile et en force humaine parce que nécessitant de nouvelles défriches sur brûlis de forêts boisées, elle est faiblement pratiquée par les femmes. Toutefois, certaines femmes disposant de ressources financières paient de la main d'œuvre salariée pour la production d'igname.

#### • **Evolution de la diversité variétale**

L'analyse du flux variétal d'ignames dans les différents villages enquêtés révèle qu'une multitude de variétés se sont succédées dans les systèmes de production dans le temps et dans l'espace. Les principales raisons évoquées pour justifier la provenance, l'adoption ou l'abandon d'une quelconque variété d'igname sont liées à un certain nombre de facteurs: la migration pour la conquête de nouvelles terres propices pour l'igname, l'état de fertilité des sols, l'aptitude culturale des sols, l'aptitude de la variété à la conservation, la qualité organoleptique, la valeur commerciale et le cycle cultural de la variété, l'aptitude de la variété sauvage d'igname à la domestication, etc.

Les variétés les plus fréquentes sont Gangni, Gnidou, Laboko (variétés précoces), Kokoro et Florido-*Dioscorea alata* (variétés tardives) au niveau des villages prospectés. Cela semble se justifier par des spécificités liées à chacune de ces variétés:

- Laboko donne un bon rendement sur sol hydromorphe; offre une meilleur qualité organoleptique et une valeur commerciale très élevée;
- Gangni donne un bon rendement et montre une bonne aptitude à la production des semenceaux;
- Gnidou montre une bonne résistance aux maladies, aux nématodes et est facile à cultiver;
- Kokoro montre une bonne aptitude à la conservation et à la production des cossettes d'igname;
- Florido : montre une bonne aptitude aux sols pauvres et donne un bon rendement et les semenceaux sont faciles à obtenir.

## **6. Résultat 2 : Des outils génériques de suivi et de compréhension du fonctionnement de la culture d'igname sont élaborés**

### **6.1. Etude de l'architecture et de la dynamique de croissance racinaire de deux espèces d'igname (*Dioscorea* spp) au Bénin**

L'igname est une plante alimentaire importante pour des milliers de personnes à travers toute la zone intertropicale. Pourtant, une revue bibliographique approfondie montre très peu de publications ayant trait au développement du système racinaire de l'igname. Le système racinaire de deux variétés d'igname cultivées au Bénin : Florido (*Dioscorea alata*) et Morokorou (*Dioscorea rotundata*) a été caractérisé par une analyse détaillée de son architecture et de sa dynamique de croissance.

Les expérimentations menées nous ont permis de mettre en évidence quatre ordres racinaires. Le premier ordre (racines primaires) se distingue par une zone apicale non ramifiée, un diamètre, une longueur moyenne, une durée d'activité et une vitesse de croissance nettement supérieurs à ceux des autres ordres (secondaires, tertiaires et quaternaires).

De manière générale, le système racinaire de l'igname est très superficiel (< 15cm de profondeur) mais bien distribué dans l'espace. Le développement des racines primaires est précoce (jusqu'à 36 mètres de racines primaires seulement 30 jours après levée, JAL) et très rapide (jusqu'à 3cm.j<sup>-1</sup>). Le nombre de racines primaires augmente jusqu'au 105<sup>ème</sup> JAL. On remarque donc que l'émission de nouvelles racines primaires continue longtemps après la levée.

Les observations réalisées ont permis de mettre en évidence des différences de comportement importantes entre variétés. Ainsi, la variété Florido présente un nombre de racines primaires restreint et de moindre longueur avec toutefois une ramification plus importante que Morokorou. De même, Florido présente une durée d'activité des racines primaires plus faible que Morokorou. Mais ce dernier caractère est compensé par une vitesse de croissance plus élevée. Le nombre restreint de racines primaires et le développement plus tardif de Florido semble être compensé par un développement racinaire prolongé.

Enfin notre étude a permis d'adapter la technique des rhizotrons à l'igname. Ainsi, la méthode des rhizotrons a permis de suivre, avec succès, la dynamique de croissance des racines coronaires. Les rhizotrons verticaux ont permis d'intercepter et de suivre un plus grand nombre de racines que les rhizotrons horizontaux.

#### **6.1.1. Objectifs des essais**

L'igname est une plante cultivée majoritairement en région intertropicale. Les recherches sur cette culture sont longtemps restées peu développées, surtout en matière de compréhension physiologique de la plante. Mieux connaître le fonctionnement racinaire de l'igname devient alors une priorité incontestable. Dans le cadre de notre étude, deux essais ont été installés sur le périmètre expérimental de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA), Station Bénin. Il s'agit des essais « Rhizotron » et « Excavation ».

L'objectif de l'essai « Rhizotron » est de parvenir à mieux caractériser le système racinaire de l'igname en termes de dynamique. A cet effet, l'accent est mis sur la méthode dite des rhizotrons. Cette méthode est déjà bien connue et utilisée pour les espèces pérennes (Le Roux, 1994, Jourdan, 1995, Colas, 1997, Thongo Mbou, 2003, Nodichao, 2008) mais reste encore à ajuster dans le cas d'une espèce annuelle telle que l'igname. Elle permet, par ordre topologique, d'estimer certaines caractéristiques de la croissance racinaire. Ainsi, les pics d'émission et de croissance racinaire d'une part et d'autre part la vitesse de croissance et la durée d'activité racinaire, sont autant d'informations à tirer de cet essai. Destinée au suivi de la croissance des racines *in situ*, la méthode des rhizotrons, présente l'avantage d'être non destructive. Nous pouvons ainsi suivre, jour après jour, la croissance d'une même racine sans avoir à la déterrer à chaque passage. Les observations se font à travers une vitre placée contre une paroi de terre au pied de la plante.

Cependant, ce dispositif, s'il permet un suivi régulier, n'est pas sans influence sur l'environnement de croissance de la racine. En effet, la densité de sol, la température, et l'humidité sont des paramètres susceptibles d'être modifiés par le dispositif et susceptibles d'influencer le comportement des racines. C'est pour cette raison qu'un deuxième essai, en condition réelle, a été conduit sur le même site : l'essai excavation.

L'excavation est une opération destructive qui consiste à déterrer intégralement le système racinaire afin de réaliser une description détaillée de celui-ci à différents stades de développement de la plante. Cet essai est installé concomitamment à l'essai précédent afin de pouvoir mesurer quelques paramètres architecturaux des racines après chaque récolte. Il s'agit spécifiquement de décrire, par ordre topologique et en fonction de l'âge de la plante :

- La longueur des racines
- Le diamètre
- Le taux de ramification en fonction de la position sur la racine
- La longueur de la zone apicale non ramifiée
- La profondeur racinaire

### **6.1.2. Matériels et méthodes**

#### **6.1.2.1. Description du site**

Les essais ont été réalisés sur le périmètre expérimental de l'IITA-Bénin, situé à 10 km environ au Nord-Ouest de Cotonou, capitale économique du Bénin. Cette station se situe à une latitude de 06°25'024' Nord, une longitude de 02°19'840'Est et une altitude de 15 mètres. Son climat subéquatorial est caractérisé par deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches réparties de la façon suivante :

- Grande saison sèche de décembre à mars
- Grande saison pluvieuse d'avril à fin juillet
- Petite saison sèche d'août à septembre
- Petite saison pluvieuse d'octobre à novembre.

Sur cette station, la moyenne des précipitations se situe entre 1200 et 1300 mm. Les données météorologiques enregistrées sur la station durant la période des essais (janvier à septembre) sont présentées à la Figure 3. Le cumul des précipitations a atteint 1302,1 mm au cours de cette période.

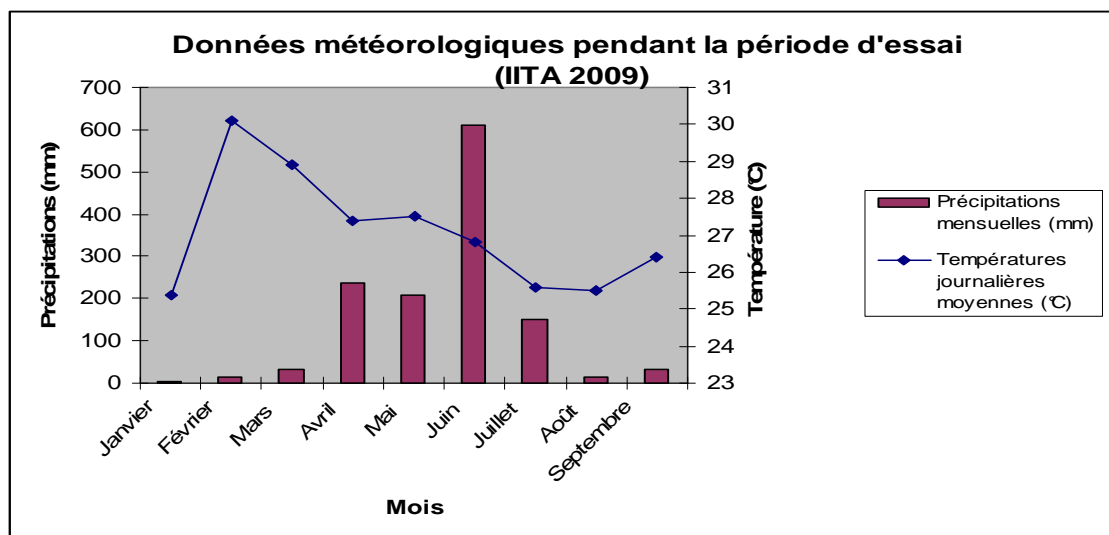


Figure 1 : Données météorologiques de la station durant la période d'essai (IITA, 2009).

La parcelle d'expérimentation est située sur un sol ferralitique, caractérisé par un faible pH, une forte teneur en sesquioxydes de fer le plus souvent accompagné de sesquioxydes d'aluminium et la présence de kaolinite comme principal minéral argileux. L'altération des minéraux primaire y est très poussée (Tableau 3).

Tableau 1 : Principales caractéristiques pédologiques du site expérimental. (Source : UCRI, 2009)

Particle size													
Prof (cm)	pH (KCL)	% OC	% N	P ppm	% SAND	% %SILT	% CLAY	Exch. acidity	ECEC	ppm Zn	ppm Cu	ppm Mn	ppm Fe
0-20	4,8	0,63	0,052	11,14	72	8	20	0,33	2,25	6,22	0,85	296	64
20-60	4,6	0,45	0,045	5,16	72	8	20	0,33	2,73	7,12	1,44	301	65

De l'analyse de ce tableau 3, nous constatons que le sol du site expérimental a de bonnes caractéristiques physiques (profondeur, drainage) mais de faibles capacités hydriques et chimiques. En effet, le taux de matière organique variable suivant la profondeur (0,63% de 0-20cm à 0,45% de 20-60cm) est en général faible. De texture sablo-argileuse, le sol a un pH acide à très acide en profondeur et présente une faible capacité d'échange cationique. Aussi on note de faibles taux de potassium (K) et phosphore (P).

### 6.1.2.2. Matériel végétal

L'étude a porté sur les deux principales espèces d'ignames alimentaires : *Dioscorea alata* (var. florido) et *Dioscorea rotundata* (var. morokorou). Pour la plantation, seuls des semenceaux entiers ont été utilisés. Leur poids varie entre 200 et 500g (les données individuelles sont présentées en Annexe 4 et 5).

### 6.1.2.3. Essai « excavation »

#### a. Dispositif expérimental

La plantation se fait sur buttes espacées de 1 mètre avec une densité de 1 plant par m<sup>2</sup>. Les buttes sont hautes de 0,50 m en moyenne. Les ignames n'ont pas été tuteurées, ni fertilisées. Les semenceaux sont issus de tubercules de seconde récolte pour Morokorou et de petits tubercules entiers pour Florido. Lorsque ceux-ci n'étaient pas disponibles, des fragments de tubercule ont été utilisés. Chaque semenceau pèse entre 200 et 500g.

Un désherbage fréquent a été pratiqué sur la parcelle afin de maintenir un niveau d'enherbement inférieur à 30% de recouvrement. Aucune fertilisation n'a été effectuée durant toute la période de l'essai. En revanche, une irrigation journalière par aspersion a été réalisée systématiquement lors de la petite saison sèche et durant les arrêts de précipitation. Le Tableau 4 illustre le plan de l'essai.

**Tableau 2 : Plan de l'essai excavation**

Répétition	Date de récolte	Lignes Buttes	Florido		Morokorou	
			1	2	3	4
Rep1	D1	1				
	D6	2				
	D3	3				
	D5	4				
	D2	5				
	D4	6				
Rep2	D1	7				
	D6	8				
	D3	9				
	D5	10				
	D2	11				
	D4	12				

Les 1, 2, ..., 12 représentent les numéros de lignes et de buttes ; les rectangles représentent les buttes de chaque variété.

#### b. Déroulement de l'excavation

La récolte se fait mensuellement et porte sur quatre buttes par variété. Une irrigation est réalisée la veille de la récolte afin de rendre la terre plus meuble et ainsi faciliter l'excavation. La récolte est une opération délicate. Elle commence par l'enlèvement progressif de la terre du collet de la plante vers la base. Chaque racine localisée est suivie dans son prolongement jusqu'à l'apex, afin de l'isoler du reste. Les racines sont excavées avec leurs ramifications. Les mottes de terre accolées aux racines sont enlevées avec précaution. Lorsque la butte n'est pas trop humide, malgré l'irrigation de la veille, une réhumidification est souvent indispensable. L'opération de récolte nécessite généralement 3 à 4 personnes et dure 30 à 90 minutes en fonction de la densité racinaire dans la butte.

#### c. Observations et mesures

Après la plantation, un passage hebdomadaire a été effectué sur la parcelle pour collecter les dates de levée (Annexe 4 et 5).

Après avoir déterré chaque plant, un lavage minutieux du système racinaire est réalisé pour enlever les débris et mottes de terre. La Figure 4 illustre la photo du système racinaire des deux variétés après récolte.

Au cours de chaque récolte mensuelle, nous procédons :

- A la détermination de la profondeur d'enracinement par rapport au niveau du sol.
- Au comptage nombre de racines coronaires vivantes.

Après le comptage, dix racines primaires coronaires (les plus longues) sont choisies pour le reste des observations. A l'aide d'un ruban métrique, la longueur des racines et celle de la zone apicale non ramifiée sont déterminées. Le diamètre maximal est mesuré grâce à un pied à coulisse avec une précision de 0,05 mm. Ces racines sont ensuite coupées en segments de 20 cm à partir de l'apex. Sur chaque segment, nous procédons à la séparation des différents ordres des racines coupées.



Figure 2: Photo du système racinaire de Florido (à gauche) et de Morokorou (à droite) (Source : UCRI 2009).

#### **6.1.2.4. Essai « rhizotron »**

##### **d. Dispositif expérimental**

Cet essai est destiné au suivi de la croissance des racines *in situ*. Le plan de l'essai est présenté à la Figure 5. La plantation des ignames, le 23 avril 2009, a été réalisée dans de petites buttes (<40cm de hauteur) deux semaines après l'installation des rhizotrons. Les plants sont espacés de 1,5x1m, soit une densité de 6667 plants.ha<sup>-1</sup> équivalente aux densités pratiquées en milieu paysan. Afin de maximiser les conditions de croissance et de minimiser les dégâts dus aux passages réguliers lors des observations, les ignames ont été tuteurées. Un désherbage fréquent a été pratiqué sur la parcelle afin de maintenir un niveau d'enherbement inférieur à 30% de recouvrement. Aucune fertilisation n'a été effectuée durant toute la période



[illegible]

### e. Installation des rhizotrons

Pour les rhizotrons verticaux, une fosse rectangulaire de dimension 100x100x100cm a été creusée dans la ligne de plantation à 30cm du collet de l'igname (Figure 6). La paroi de la fosse proche de la plante a été aplanie.

57



Figure 4 : Photo d'un « rhizotron vertical » (Source : UCRI 2009).

Pour les rhizotrons subhorizontaux, la surface du sol a été aplanie et inclinée de 30° par rapport à l'horizontale (Figure 8). Les rhizotrons subhorizontaux sont installés dans la ligne de plantation à l'opposé du « rhizotron vertical ». Les dimensions de la plaque de plexiglas sont les mêmes.

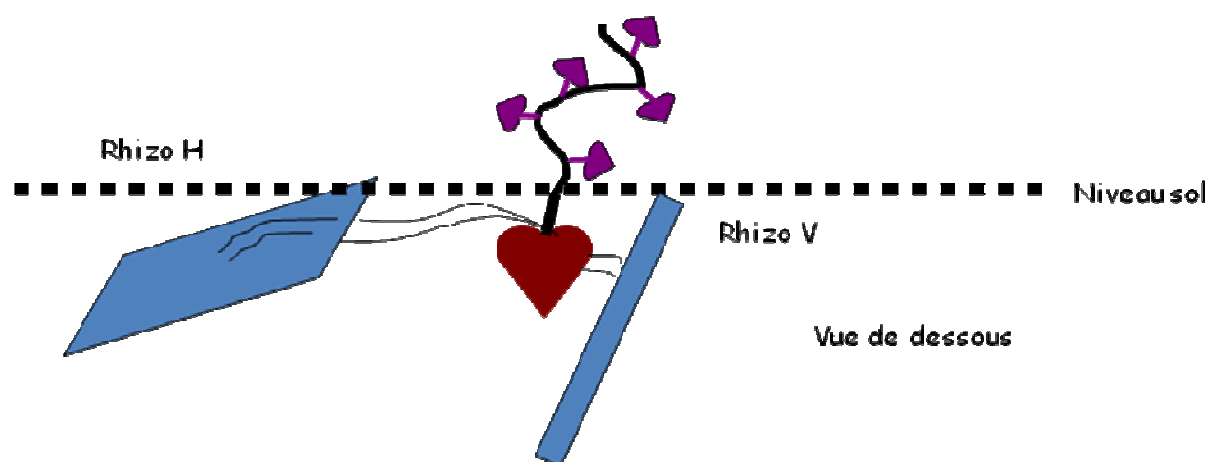


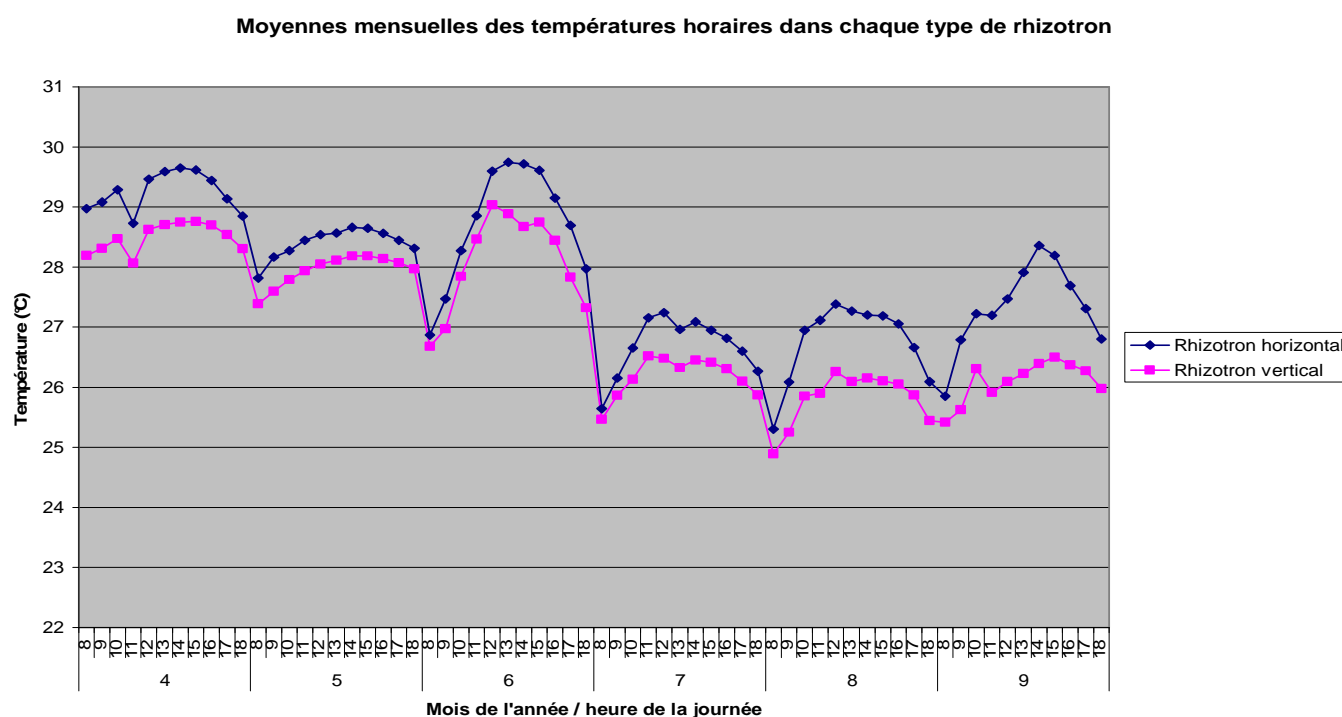
Figure 5 : Vue schématique des deux types de rhizotrons utilisés : Rhizo V, rhizotrons verticaux et Rhizo H, rhizotrons horizontaux (Source : Jourdan C., Cirad 2007).



Figure 6 : Photo d'un « rhizotron horizontal » (Source : UCRI 2009)

Pour tous les rhizotrons, une feuille de plastique transparente, de type rodoïde, de 85 cm x 75 cm et de 10  $\mu$ m d'épaisseur a été accolée à la face supérieure de la plaque de plexiglas. Cette feuille servira au relevé de la croissance racinaire.

Les rhizotrons sont ensuite couverts d'une bâche de plastique noire pour maintenir les racines dans une obscurité totale et limiter un éventuel effet de la lumière sur la croissance des racines. Des murets en terre sont érigés sur le pourtour de la fosse afin de limiter l'infiltration de l'eau dans celle-ci. Un toit en tôle ondulée est posé sur les murets pour protéger le dispositif de la pluie. Sur la tôle, des branches de palmier ont été posées pour limiter au maximum l'échauffement. Un contrôle de la température horaire dans le rhizotron a été réalisé durant toute la phase de terrain (Figure 9) grâce à un enregistreur d'humidité et de température simple (Tinytag Plus TGIS-1580, Gemini). Enfin, des appâts préparés avec du raticide ont été placés dans les fosses en cours d'expérimentation afin de limiter les dégâts causés par les galeries des rongeurs.



**Figure 7: Moyennes mensuelles des températures horaires dans chaque type de rhizotron**

La Figure 9 nous donne les moyennes mensuelles des températures horaires dans chaque type de rhizotron. A première vue, cette température semble relativement élevée (entre 26 et 30°C). Il est intéressant de noter que la température au sein des rhizotrons horizontaux est systématiquement plus élevée que celle des rhizotrons verticaux. Cette différence de température peut avoir une influence sur le comportement racinaire dans les rhizotrons.

#### **f. Observations et mesures**

A la plantation et à la récolte, des observations ponctuelles ont été faites : le poids des semenceaux, la date de levée, le nombre de cataphylles, l'état des semenceaux (germé, germé

cassé ou non germé), la longueur de l'axe pré germé, le nombre de racines coronaires primaires et le nombre de tiges principales (Annexe 4 et 5).

Des observations récurrentes (tous les 3 jours) ont été faites après l'installation des rhizotrons. Ainsi, à chaque passage, la croissance des racines a été décalquée sur le papier rodoïde transparent (Figure 10). Pour ce faire, des feutres indélébiles de différentes couleurs, ont été utilisés pour différencier les mesures successives. Pour chaque passage la date d'observation est inscrite directement sur la feuille rodoïde.

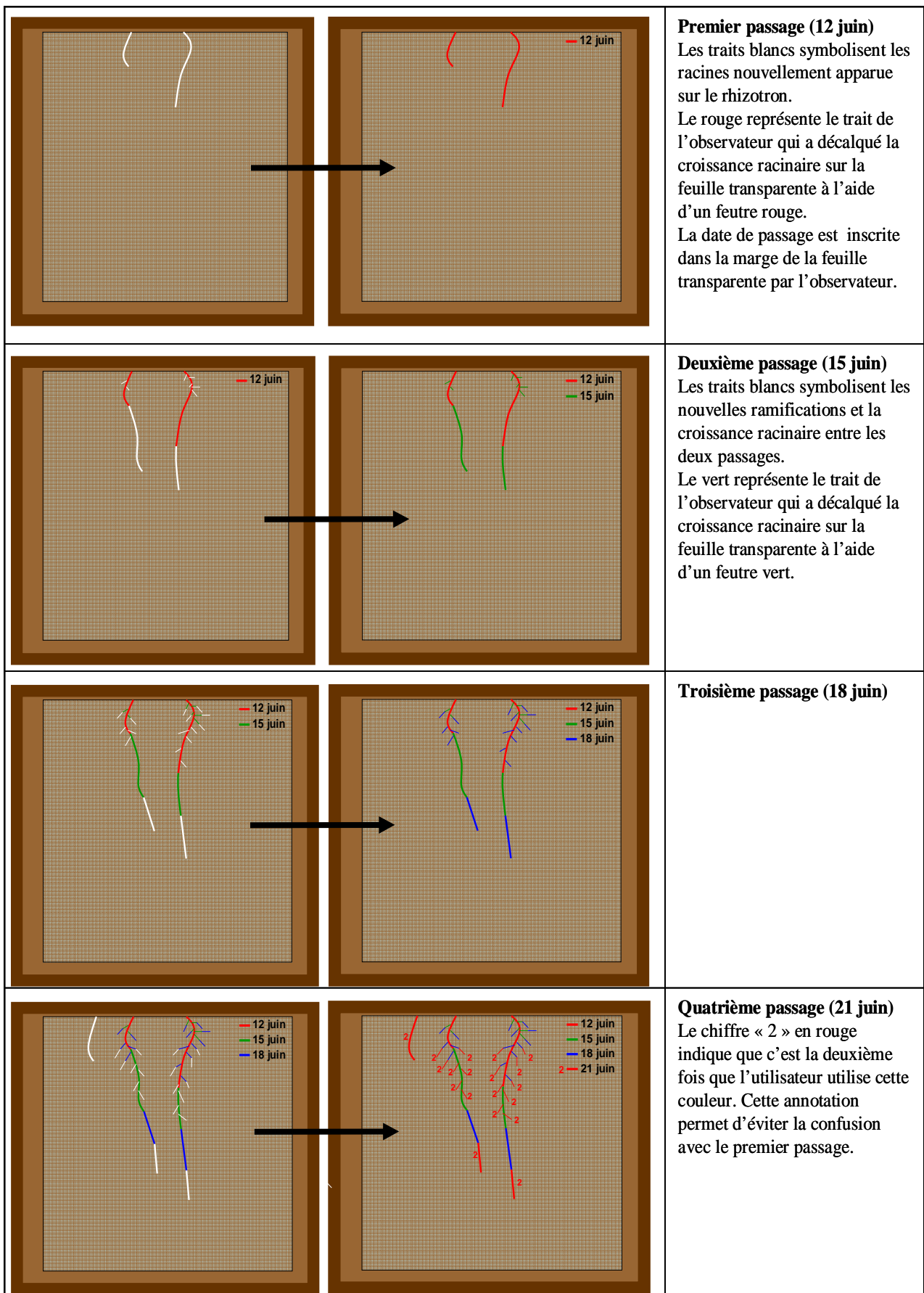


Figure 8 : Schéma illustrant les observations récurrentes (Source : UCRI 2009).

Pour le marquage des racines, nous disposons de deux diamètres de feutre (celle à pointe fine pour les racines d'ordre 2 "R2" et d'ordre 3 "R3" et à pointe moyenne pour les racines d'ordre 1 "R1") et de quatre couleurs : vert, rouge, bleu, noir. A chaque date de passage, correspond une couleur. Il s'agit de décalquer tous les segments de racines nouvellement apparues.

D'autres observations sont réalisées. L'état des racines (racines mortes (X), sorties (S)) et le type de racine (R1, R2, R3) a été suivi à chaque passage et annoté en jaune sur le papier rodoïde. Ensuite, sur chaque rhizotron, des observations supplémentaires ont été réalisées pour trois racines primaires et cinq racines secondaires. Pour cela, les racines ont été numérotées en orange. Pour chacune de ces racines, on observe leur diamètre à 77 jours après levée (JAL) à l'aide d'un pied à coulisse, la longueur de la zone apicale non ramifiée et la durée d'activité. La durée d'activité racinaire définit le nombre de jour pendant lequel une racine reste en activité. Dans cette étude nous définissons visuellement l'arrêt d'activité comme le changement de couleur de la racine, passant du blanc crème au gris. La racine continue sa croissance mais sa partie basale devient inactive. Par ailleurs, il convient de préciser ici que la notion de la durée d'activité est complètement différente de celle de la durée de vie qui définit le nombre de jour au delà duquel la racine ne croît plus ; elle est donc morte.

Enfin, lors du prélèvement (récolte) de chaque rhizotron, une excavation des racines observées a été réalisée pour vérifier la conformité des différents types racinaires marqués. D'éventuelles apparitions de racines tuberculaires ont été également vérifiées lors de la récolte.

Les images racinaires dessinées au champ sont saisies sur une table à digitaliser (Figure 11) de Calcomp serie Drawingboard III model 34480/A0 à l'aide du logiciel RhizoDigit ©, version 1.3. (Mailhé, 2000). Ce logiciel permet l'acquisition semi-automatique, la gestion et l'exportation sous Excel des données racinaires des rhizotrons. Le logiciel permet aussi la visualisation, le tri et la mise en forme des données de croissance pour un traitement statistique ultérieur.



Figure 9 : Pilotage de la table à digitaliser.

RhizoDigit génère et gère une base de données à partir de toutes les informations disponibles du rhizotron telles que le type de rhizotron, le type racinaire, la distance inter-ramification, la date d'apparition des racines, les coordonnées (X,Y) des segments racinaires, la longueur de ces segments, l'état physiologique des apex (mort, vivant, attaqué etc). A partir de la base de données exportée sous Excel, il est possible de calculer :

❖ *Vitesse de croissance ( $V_c$ )*

C'est l'accroissement journalier moyen des segments racinaires (cm.jour-1). La vitesse de croissance est calculée en divisant l'accroissement en longueur des segments de racine entre deux observations par le nombre de jours écoulés entre ces observations. Dans le calcul de cette vitesse de croissance, sont exclus les segments de racines en arrêt de croissance et ceux sortis de la vitre (Thongo Mbou, 2003).

❖ *Longueur d'un axe racinaire*

Il s'agit de la longueur cumulée des différents segments d'un même axe racinaire au cours de leur croissance. Elle est exprimée en cm.

❖ *Longueur racinaire totale et nombre de nouvelles racines.*

La longueur racinaire totale (cm) est la somme des longueurs de tous les axes racinaires à une date donnée. En comptant le nombre de nouvelles racines (New) on peut faire une carte d'impact dynamique.

### **6.1.3. Résultats**

#### **6.1.3.1. Essai excavation**

##### **a. Nombre de racines primaires par variété**

L'évolution du nombre de racines primaires vivantes par variété au cours de la période de croissance est présentée dans la Figure 12. L'analyse du graphe révèle que tout au long du cycle cultural, les Morokorou ont développé plus de racines primaires vivantes que les Florido. Chez les deux variétés, le nombre maximum de racines primaires vivantes (57,66 chez Morokorou contre 41,33 chez Florido) est atteint à 105 JAL.

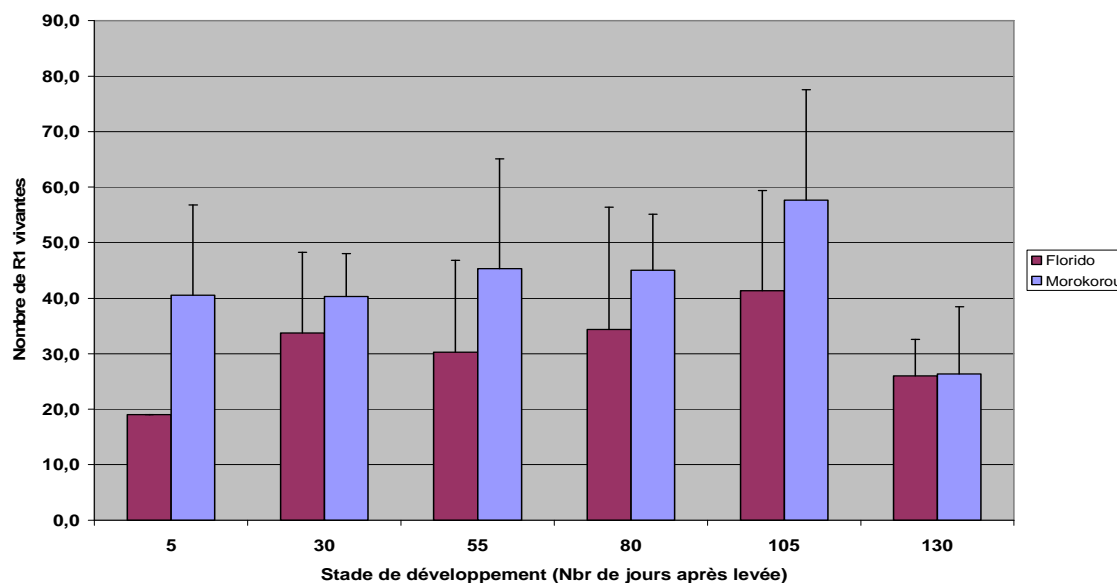


Figure 10: Nombre de racines primaires vivantes par variété en fonction de l'âge.

#### b. Diamètre des racines primaires à différents stades de développement

La Figure 13 montre l'évolution du diamètre basal moyen des racines primaires (R1) à différents stades de développement de la plante. Il ressort que le diamètre basal moyen des racines primaires diminue au fur et à mesure que la plante croît. Il varie de 3 à 1,8 mm et de 2,5 à 1,4mm respectivement chez Morokorou et Florido entre le 5<sup>ème</sup> et le 130<sup>ème</sup> JAL. L'analyse du graphe révèle aussi que les racines primaires de Morokorou ont un diamètre basal plus gros que celles de Florido. Cependant, à 80 jours après levée, les deux variétés semblent avoir les mêmes diamètres (1,9 et 2,1 mm respectivement pour Florido et Morokorou). Les écarts type étant du même ordre de grandeur (0,5 et 0,3), ils ne permettent donc pas de montrer une différence significative entre les deux variétés à cette date.

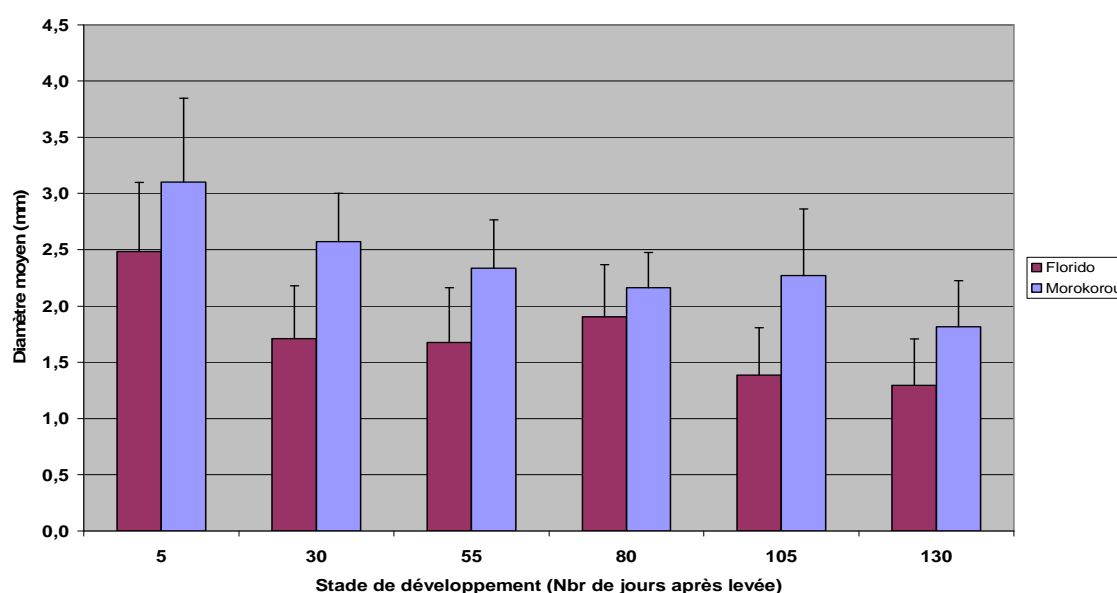


Figure 11: Evolution du diamètre basal moyen des racines primaires de Florido et de Morokorou à différents stades de leur développement.



### a. Longueur totale des racines primaires

La longueur totale moyenne des racines primaires produites par les plantes en fonction de leur âge est présentée dans le Tableau 5. La dynamique d'élongation des racines primaires suit une croissance rapide. La longueur moyenne augmente de manière régulière jusqu'à atteindre un maximum aux alentours du 80<sup>ème</sup> JAL (151 cm chez Morokorou et 88 cm chez Florido). A tous les stades de développement, Morokorou possède des racines primaires plus longues que Florido. Les écarts-types des longueurs moyennes sont très élevés (jusqu'à 60 cm) ; ceci s'explique en partie par le fait que le sol soit un milieu très hétérogène et que ses caractéristiques influencent directement la longueur des racines primaires. De plus, il a été observé que de nouvelles racines primaires sont émises tout au long du cycle de la plante, offrant ainsi un système racinaire comprenant de jeunes racines de faibles longueurs et des racines plus âgées.

### b. Le taux de ramification des racines primaires

Le Tableau 5 présente le nombre moyen de ramifications des racines primaires de Florido et Morokorou en fonction de leur stade de développement (en JAL). Il ressort que comme pour la longueur moyenne des racines primaires, le maximum du nombre moyen de ramification est atteint chez les deux variétés à 80 JAL (soit, 189 et 158 ramification par racine primaire chez Florido et Morokorou respectivement). Le nombre moyen de ramifications par racine primaire décroît par la suite.

Pour les deux premières dates d'observation, on constate que la variété Morokorou présente moins de ramification, et ce, malgré ses racines primaires plus longues. Les ramifications des racines primaires de Morokorou sont donc moins nombreuses et moins précoces que celles de Florido. Cette tendance est confirmée lorsqu'on observe le taux de ramification (nombre de ramification par cm de racine primaire). Le taux de ramification est plus élevé chez Florido durant toute la saison culturale. Les racines primaires de Florido sont plus courtes et plus fortement ramifiées que celles de Morokorou. Il en ressort que l'évolution du nombre de ramifications au cours du temps ne suit pas la même dynamique que la croissance en longueur des racines primaires.

**Tableau 3: Caractérisation de la croissance des racines primaires**

Jours après levée	Florido			Morokorou		
	Longueur moyenne (cm)	Nombre de ramifications moyennes par racine	Taux de ramification (nbr de ramification par cm de racine primaire)	Longueur moyenne (cm)	Nombre de ramifications moyennes par racine	Taux de ramification (nbr de ramification par cm de racine primaire)
5	23,2 (4,8)	31,0 (21,3)	1,2 (0,7)	32,4 (10,9)	20,5 (8,9)	0,5 (0,1)
30	60,2 (9,3)	126,9 (31,6)	2,1 (0,8)	90,2 (20,56)	81,4 (15,9)	0,8 (0,1)
55	62,8 (26,8)	140,3 (48,9)	1,7 (0,4)	107,4 (23,6)	155,4 (81,2)	0,9 (0,8)
80	87,7 (47,2)	189,2 (40,6)	1,5 (0,3)	151,1 (32,6)	158,4 (24,6)	0,9 (0,1)
105	49,8	120,9	1,4	142,3	149,3	0,9

	(35,9)	(87,4)	(0,5)	(44,1)	(35,2)	(0,1)
130	63,0	139,2	1,5	102,6	126,9	1,0
	(34,9)	(63,6)	(0,4)	(61,7)	(47,7)	(0,6)

Les chiffres entre parenthèses désignent les écart-types sur les moyennes.

### c. Longueur de la zone apicale non ramifiée

La variation de la longueur de la zone apicale non ramifiée (LZANR) est présentée dans le Tableau 6. Il y ressort que la LZANR de Florido diminue dans le temps (allant de 9,0cm à 5,6cm entre la levée et 130 JAL). Chez Morokorou, cette longueur augmente jusqu'au 30<sup>ème</sup> JAL où elle atteint son maximum (17,6cm) puis elle chute. Morokorou présente une LZANR systématiquement plus longue que Florido jusqu'à 105 JAL où elle devient identique chez les deux variétés.

**Tableau 4: Longueur moyenne de la zone apicale non ramifiée des racines en fonction des stades de développement**

Jours après levée	LZANR (cm)	
	Florido	Morokorou
5	9,0 (3,1)	12,5 (3,6)
30	8,4 (5,4)	17,6 (6,7)
55	7,9 (6,4)	9,1 (5,4)
80	7,2 (7,5)	13,6 (6,7)
105	5,2 (4,8)	5,3 (4,1)
130	5,6 (5,4)	4,7 (5,1)

Les chiffres entre parenthèses désignent les écart-types sur les moyennes.

### d. Profondeur d'enracinement

L'évolution de l'enracinement du système racinaire à différent stade de développement de deux variétés d'igname est présentée dans le Tableau 7. Globalement, le système racinaire des deux espèces d'igname étudiées reste très superficiel tout au long de la saison. A l'exception de la dernière date d'observation, Morokorou présente une profondeur d'enracinement légèrement plus élevée que Florido.

**Tableau 5 : Evolution de l'enracinement du système racinaire à différents stades de développement**

Jours après levée	Profondeur moyenne d'enracinement (cm)	
	Florido	Morokorou
5	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)
30	7,9 (3,8)	12,5 (3,5)
55	4,8 (2,6)	10,7 (1,5)
80	8,8 (5,9)	13,8 (3,3)

105	6,7 (5,5)	12,2 (1,8)
130	9,9 (3,9)	8,9 (2,7)

Les chiffres entre parenthèses désignent les écart-types sur les moyennes.

### 6.1.3.2. Essai rhizotron

#### e. Diamètre racinaire

Le Tableau 8 montre la variation du diamètre moyen des racines primaires et secondaires observées sur chaque type de rhizotron en fonction de la variété. Les résultats obtenus à 77 JAL montrent que, quelque soit le type de rhizotron et la variété, les racines primaires ont un diamètre moyen plus élevé (1,5 mm) que les racines secondaires (0,8 mm). Pour les racines primaires, on constate que chez Florido, elles possèdent un diamètre moyen légèrement plus élevé que celles de Morokorou (1,6 et 1,4 mm respectivement). Cependant, les écart-types importants ne permettent pas de mettre en évidence de différence significative. Les racines secondaires présentent le même diamètre pour les deux espèces et pour les deux types de rhizotrons (0,8 mm).

Une comparaison de ces résultats avec ceux issus de l'essai excavation montre au niveau variétal, une nette différence. En effet, les résultats provenant de la méthode excavation révèlent que les racines primaires de Morokorou possède un diamètre moyen plus important (3 mm) que celles de Florido (2,5 mm) ; alors que le contraire est observé au niveau de la méthode des rhizotrons. Cette différence constatée sera discutée.

**Tableau 6 : Variation du diamètre racinaire moyen en fonction du type de rhizotron (H = horizontal et V = vertical), de l'ordre racinaire et de la variété à 77JAL.**

Variété	Type de rhizotron	Racines primaires		Racines secondaires	
		Diamètre (mm)	N	Diamètre (mm)	N
Florido	H	1,9 (0,7)	2	0,8 (0,2)	6
	V	1,4 (0,4)	4	0,8 (0,4)	15
	Moyenne	1,6 (0,5)		0,8 (0,4)	
Morokorou	H	1,3	1	0,8 (0,3)	8
	V	1,4 (0,2)	5	0,8 (0,2)	18
	Moyenne	1,4 (0,2)		0,8 (0,3)	
Moyenne totale		1,5 (0,4)		0,8 (0,3)	

Les chiffres entre parenthèses désignent les écart-types sur les moyennes ; N= nombre d'observation

#### f. Longueur de la zone apicale non ramifiée

La variation de la longueur moyenne de la zone apicale non ramifiée (LZANR) pour chaque ordre racinaire en fonction du type de rhizotron et de la variété est présentée dans le Tableau 9. On remarque à travers les valeurs présentées à 77 JAL une forte variation de la LZANR.

Malgré cette variation, des tendances peuvent être mises en évidence. Les racines primaires possèdent une LZANR systématiquement plus élevée que les racines secondaires. Cette différence est observée au niveau de chaque type de rhizotron. Alors qu'aucune différence variétale n'est observable pour les racines primaires, les racines secondaires de Florido possèdent une LZANR plus importante (5,48 cm) que celles de Morokorou (3,62 cm). Cependant, les écart-types très importants ne permettent pas de mettre en évidence des différences significatives.

Quelque soit la variété, la LZANR moyenne des racines primaires est plus élevée dans les rhizotrons verticaux que horizontaux (12,2 et 6,0 cm respectivement).

Une comparaison de ces résultats avec ceux issus de l'essai excavation permet de dégager de différences variétales significatives entre essai. En effet, les résultats issus de l'essai excavation montrent que Morokorou présente une LZANR systématiquement plus longue que Florido jusqu'à 105 JAL, date à laquelle elle devient identique chez les deux variétés. Cette différence variétale est moins évidente dans l'essai rhizotron (9,6 et 10,3mm, respectivement pour Florido et Morokorou).

**Tableau 7 : Variation de la longueur moyenne de la zone apical non ramifiée (LZANR) en fonction du type de rhizotron (H = horizontal et V = vertical), de l'ordre racinaire et de la variété à 77 jours après levée.**

Variété	Type de rhizotron	Racines primaires		Racines secondaires	
		LZANR (cm)	N	LZANR (cm)	N
Florido	H	5,6 (2,6)	5	4,2 (2,4)	11
	V	12,5 (10,1)	7	6,0 (3,7)	26
	Moyenne	9,6 (8,4)		5,5 (3,4)	
Morokorou	H	8,1	1	3,8 (1,9)	19
	V	11,4 (4,4)	2	3,4 (2,4)	17
	Moyenne	10,3 (3,6)		3,6 (2,2)	
Moyenne totale		9,8 (7,6)		4,6 (3,0)	

Les chiffres entre parenthèses désignent les écart-types sur les moyennes ; N= nombre d'observation

#### **g. Durée d'activité racinaire**

La variation de la durée d'activité à 77 JAL, pour chaque ordre de racine en fonction du type de rhizotron et des variétés est présentée dans le Tableau 10. Quelque soit l'ordre racinaire, la variété Morokorou a une durée d'activité racinaire plus élevée (32,2 jours) que la variété Florido (15,8 jours). Pour Morokorou, les racines primaires possèdent une durée d'activité

plus importante (32,17 jours) que celle des racines secondaires (21,13 jours). Alors qu'aucune différence n'est observée quant à la durée d'activité entre racines primaires et secondaires pour la variété Florido.

Durant toute la période d'observation, la durée d'activité racinaire observée semble plus importante dans les rhizotrons verticaux que dans les rhizotrons horizontaux. Cette différence est observée pour les racines primaires et secondaires.

**Tableau 8 : Variation de la durée d'activité racinaire en fonction du type de rhizotron (H = horizontal et V = vertical), de l'ordre racinaire et de la variété à 77 jours après levée.**

Variété	Type de rhizotron	Racines primaires		Racines secondaires	
		Durée d'activité moyenne (nombre de jours)	N	Durée d'activité moyenne (nombre de jours)	N
Florido	H	13,5 (2,1)	2	11,7 (6,0)	6
	V	17,3 (5,7)	3	17,2 (7,5)	14
	Moyenne	15,8 (4,7)		15,6 (7,4)	
Morokorou	H	20,0	1	16,9 (9,7)	8
	V	34,6 (11,0)	5	23,3 (8,5)	16
	Moyenne	32,2 (11,5)		21,1 (9,2)	
Moyenne totale		24,7 (12,2)		18,6 (8,8)	

Les chiffres entre parenthèses désignent les écart-types sur les moyennes ; N= nombre d'observation

#### **h. Vitesse de croissance**

L'accroissement journalier moyen des différents ordres de racines pour chaque variété est présenté dans le Tableau 11. Au regard des résultats présentés, on constate une très forte variabilité de vitesse de croissance à travers les types racinaires. En effet, quelque soit la variété, la vitesse de croissance décroît lorsqu'on passe d'un ordre inférieur à un ordre supérieur. Les racines primaires possèdent une vitesse de croissance beaucoup plus élevée (2,44cm/j) que celles secondaires (0,61cm/j). Mais des écart-types importants ne permettent pas de mettre en évidence une différence significative.

L'évolution de la vitesse de croissance des types racinaires lorsqu'on passe d'une variété à l'autre a fait aussi l'objet de notre étude durant toute la période d'observation. Les racines primaires de la variété Florido présentent une vitesse de croissance plus importante que la variété Morokorou (2,44 cm.j<sup>-1</sup> contre 1,83 cm.j<sup>-1</sup> respectivement). Pour les racines d'ordre plus élevé, aucune différence variétale n'est observée.

**Tableau 9: La vitesse moyenne de croissance des types racinaires en fonction des variétés**

Types de racine	Vitesse moyenne (cm.j <sup>-1</sup> )			
	Racines primaires (R1)	Racines secondaires (R2)	Racines tertiaires (R3)	Racines quaternaires (R4)

Variétés	Vc	N	Vc	N	Vc	N	Vc	N
Florido	2,44 (1,30)	49	0,61 (0,52)	1293	0,24 (0,17)	1319	0,13 (0,07)	10
Morokorou	1,83 (1,12)	99	0,65 (0,55)	730	0,23 (0,15)	1077	0,14 (0,05)	5

Les chiffres entre parenthèses désignent les écart-types sur les moyennes ; N= nombre d'observation

#### i. Dynamique de croissance des ordres racinaires à différents stades de développement de la plante

Pendant la période végétative, les racines croissent différemment : il existe des périodes de forte croissance ou de forte apparition de racines et des périodes plus calmes.

Chez la variété Florido, les racines primaires, poussent plus vite, surtout en fin de période de croissance (à partir de 53 JAL) que celles de la variété Morokorou (Figure 14).

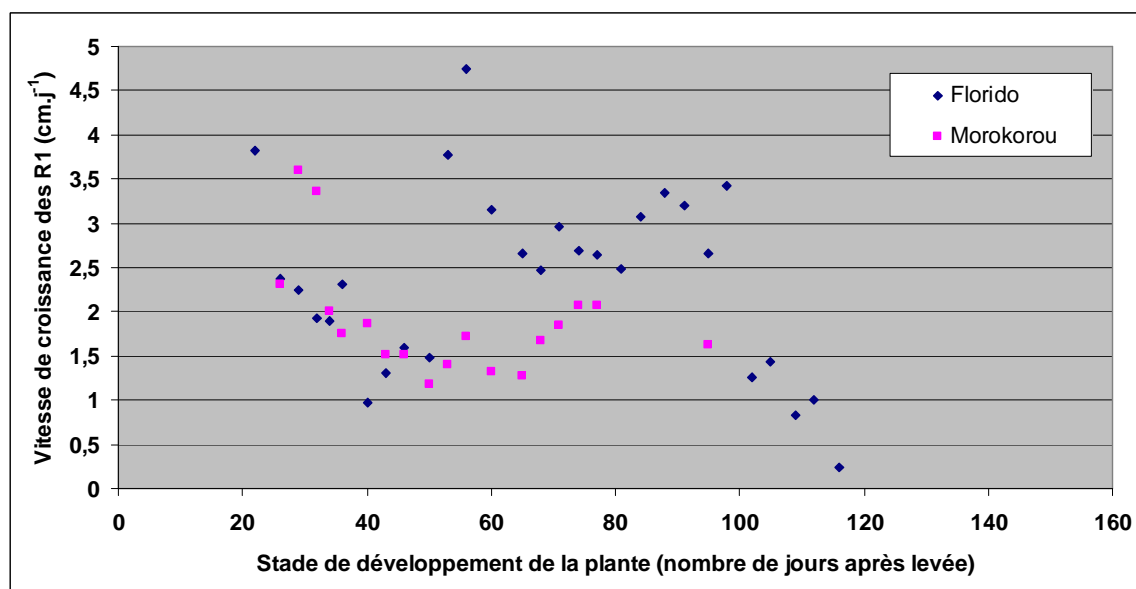


Figure 12 : Dynamique de croissance des racines primaires (R1) à différent stade de développement de deux variétés d'igname.

Une légère différence variétale est constatée pour les racines secondaires, surtout en début de période de croissance (34 JAL) où celles de Morokorou poussent significativement plus vite que celles de Florido (Figure 15).

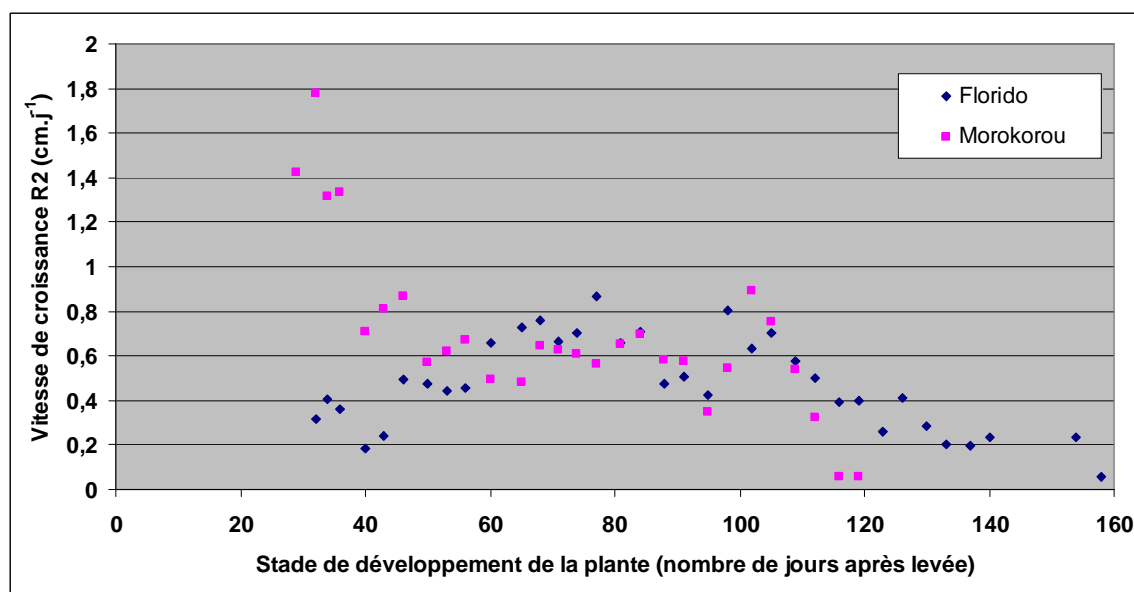


Figure 13 : Dynamique de croissance des racines secondaires (R2) à différent stade de développement de deux variétés d'igname.

La dynamique de croissance des racines tertiaires ne présente pas de différence variétale sauf en début de période de croissance (34 JAL) où Morokorou semble pousser légèrement plus vite que Florido (Figure 16).

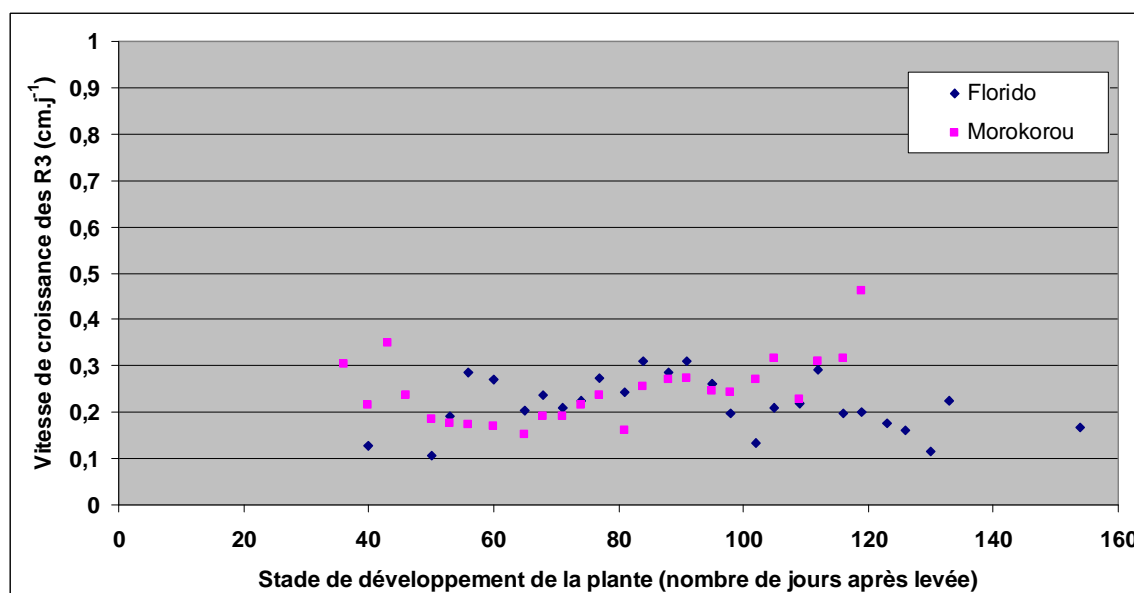


Figure 14 : Dynamique de croissance des racines tertiaires (R3) à différent stade de développement de deux variétés d'igname.

#### j. Evolution de la fréquence des racines en croissance à différent stade de développement de la plante

L'évolution du nombre de racines en croissance a été étudiée durant toute la période d'observation. Cette évolution pour chaque ordre de racine, à différent stade de développement de deux variétés d'igname est décrite par les figures 17, 18 et 19.

Une analyse du graphe ci-dessous révèle une forte variation du nombre de racines primaires en croissance pour la variété Morokorou (pics le 34 et 46 JAL), alors que pour la variété Florido le nombre de racines primaires en croissance est stable sur toute la période de croissance (Figure 17).

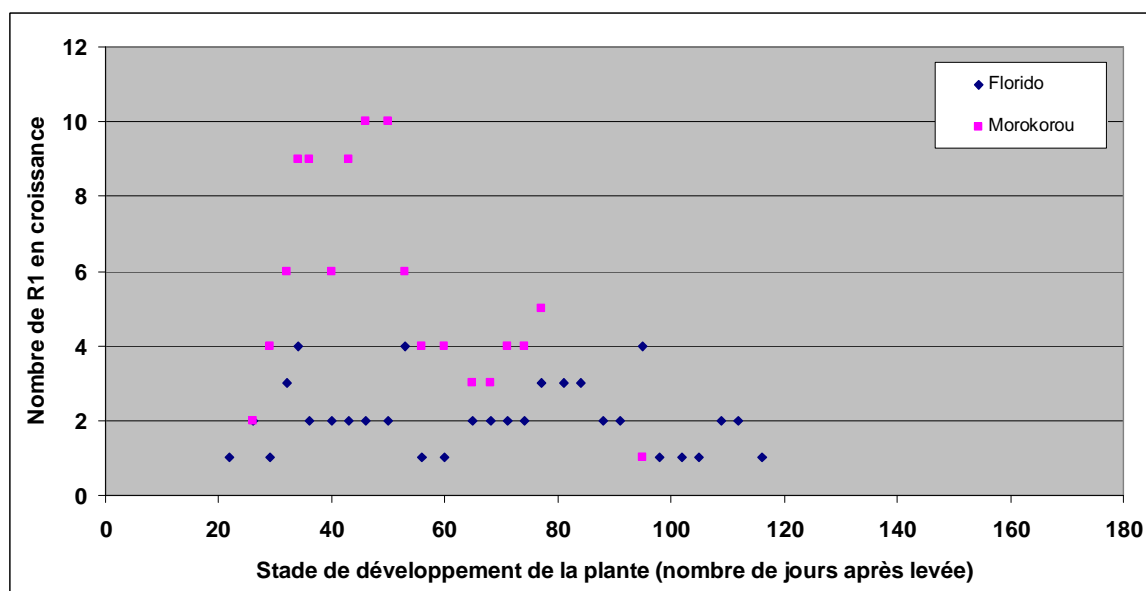


Figure 15: L'évolution de la fréquence (nombre moyen de racines en croissance par rhizotron) des racines primaires (R1) en croissance à différent stade de développement de deux variétés d'igname.

Pour les racines secondaires en croissance, les pics ne sont pas concomitants pour les 2 variétés : 65 JAL pour Florido et 53 JAL pour Morokorou (Figure 18).

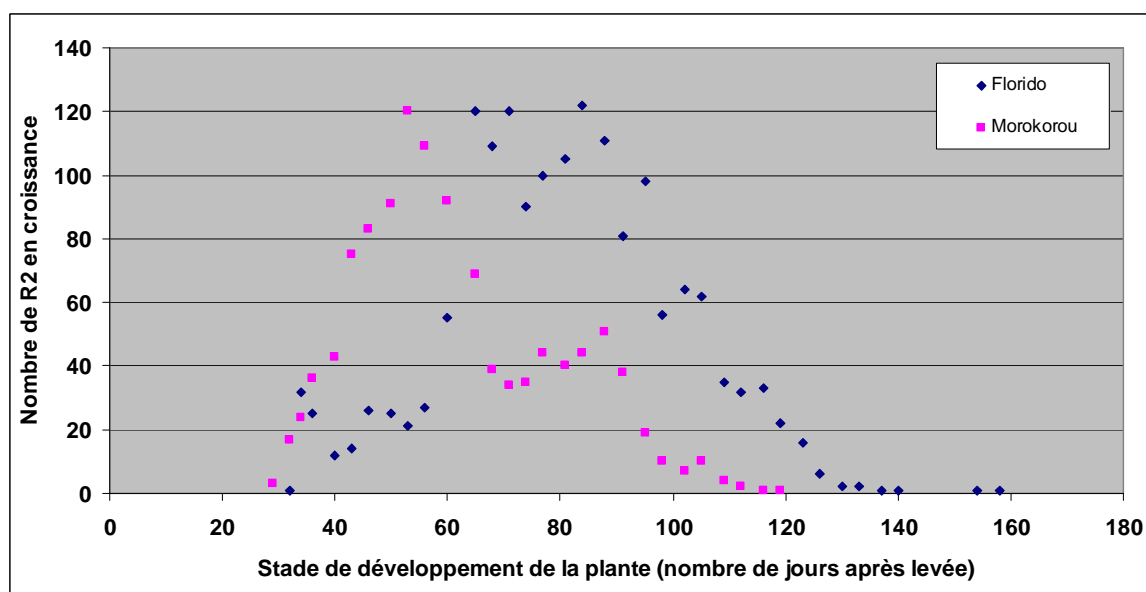


Figure 16: L'évolution de la fréquence (nombre moyen de racines en croissance par rhizotron) des racines secondaires (R2) en croissance à différent stade de développement de deux variétés d'igname.

S'agissant des racines tertiaires en croissance, elles présentent des pics étalés aussi bien pour Morokorou (56 à 88 JAL) que Florido (71 à 109 JAL) (Figure 19).



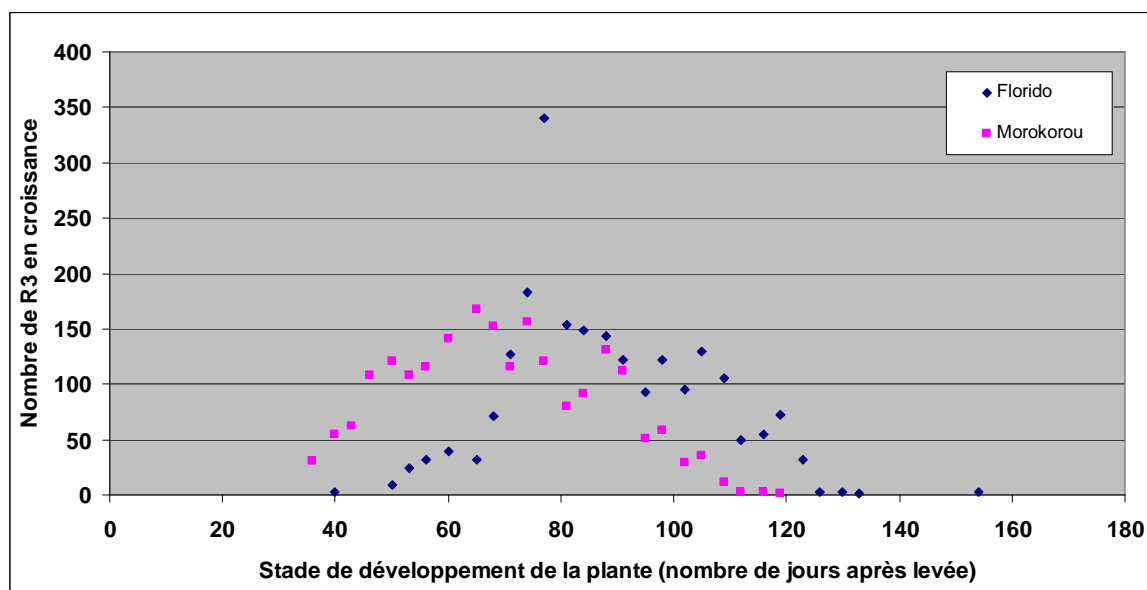


Figure 17: L'évolution de la fréquence (nombre moyen de racines en croissance par rhizotron) des racines tertiaires (R3) en croissance à différent stade de développement de deux variétés d'igname.

**k. Evolution de la fréquence des nouvelles racines émises à différent stade de développement de la plante.**

L'évolution de la fréquence des nouvelles racines émises au cours du temps permet de définir les périodes de forte émission des différents ordres de racines durant toute la période de croissance. Pour les racines primaires, le peu de valeurs enregistrées ne nous permet pas de définir une période émission. Toutefois, on remarque une émission continue des racines jusqu'à 105 JAL (Figure 20).

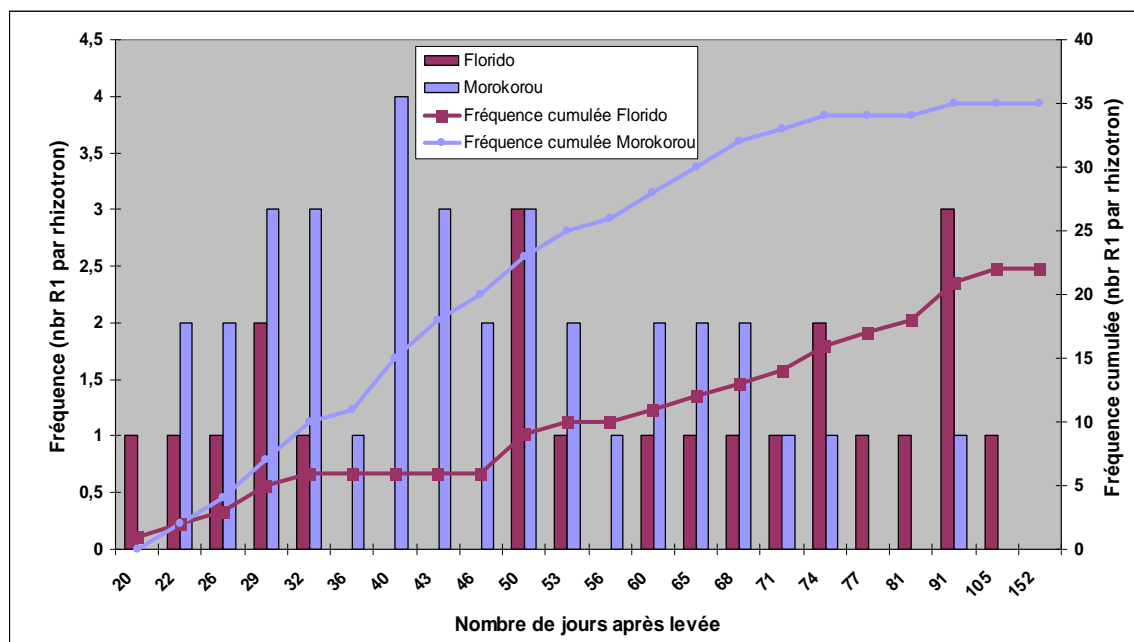


Figure 18 : Evolution de la fréquence de nouvelles racines primaires émises à différent stade de développement de deux variétés d'igname.

Pour les racines secondaires, les périodes d'émission sont décalés : 40 JAL pour la variété Morokorou et 60-81 JAL pour Florido. L'émission de nouvelles racines secondaires semblent durer plus longtemps pour Florido que pour Morokorou. Chez ce dernier, l'émission de nouvelles racines secondaires atteint un maximum aux alentours de 40 à 50 JAL avant de décroître très rapidement (Figure 21).

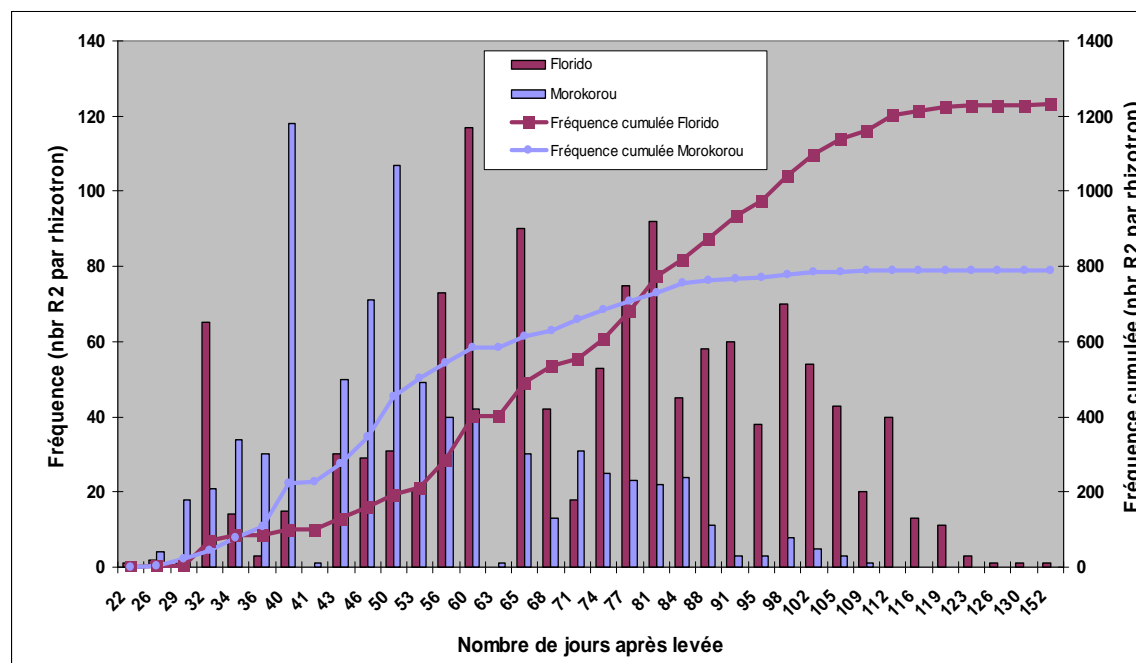


Figure 19 : Evolution de la fréquence de nouvelles racines secondaires émises à différent stade de développement de deux variétés d'igname.

### 6.1.3.3. Tableau synthétique des principales caractéristiques architecturales et de croissances étudiées chez les deux variétés d'igname.

Tableau 10 : Principales caractéristiques architecturales et de croissance des deux variétés d'igname.

Paramètres	Morokorou	Florido
Longueur totale moyenne des R1 (cm)	151,1	87,7
Diamètre basal moyen des R1 (mm)	3	2,5
Nombre de ramification moyenne par R1	158	189
LZANR des R1 (cm)	17,6	9,0
Nombre moyen de R1 vivantes	58	41
Profondeur d'enracinement moyenne des R1 (cm)	14	10
Vitesse moyenne de croissance des R1 (cm.j <sup>-1</sup> )	1,8	2,4
Durée d'activité moyenne des R1 (jours)	32	16

R1 : racine primaire

#### **6.1.4. Discussion**

##### **6.1.4.1. Description du système racinaire**

La description du système racinaire constitue un préalable incontournable pour mieux évaluer sa dynamique.

- *Topologie racinaire*

La méthode des rhizotrons, telle que appliquées dans notre étude, n'a pas permis d'observer les racines tuberculaires, du fait de leur croissance verticale. En revanche cette méthode a permis de suivre, avec succès, la dynamique de croissance des racines coronaires.

L'observation de l'organisation architecturale des racines de l'igname nous a permis de distinguer quatre ordres racinaires chez les deux variétés. Les racines d'ordre 1 appelées racine primaires sont les premières à se mettre en place. De ces racines partent des racines secondaires (ordre 2) qui sont plus courtes que les précédentes. Ensuite viennent les racines tertiaires et quaternaires qui sont d'ordre supérieur (3 et 4). Cette topologie a été observée au niveau des deux essais. Cependant l'essai excavation nous a permis d'identifier un cinquième ordre racinaire chez Morokorou à 130 JAL. Ces résultats ne sont pas en conformité avec ceux obtenus par Charles-Dominique et al. (2009) qui n'ont trouvé que trois ordres racinaires. Cependant leur étude concernait les premiers stades de développement racinaire durant lesquelles les racines d'ordres plus élevés n'ont pas encore eu le temps de se développer.

Par ailleurs, le phénomène de réitération évoqué par Charles-Dominique et al. (2009) a été observé au cours de nos travaux dans l'essai excavation. Ce phénomène, dû aux traumatismes des racines (mort d'apex ou courbure importante de la racine suite à des pressions du milieu), est cependant extrêmement rare dans notre étude.

- *Profondeur d'enracinement*

Le développement des racines et leur distribution spatiale peut influencer l'acquisition de l'eau ou des minéraux par les plantes. Nos résultats issus de l'excavation ont révélé un système racinaire très superficiel (profondeur moyenne inférieure à 15cm) mais bien distribué dans l'espace (données non présentées). La profondeur d'enracinement est légèrement plus importante pour Morokorou que pour Florido, surtout dans les premiers stades de développement. Ces résultats corroborent ceux de Dumont et Chopart (1992) qui ont trouvé une profondeur d'enracinement inférieure à 30 cm.

##### **6.1.4.2. Caractères morphologiques des axes racinaires**

Le diamètre racinaire et la longueur de la zone apicale non ramifiée (LZANR) sont les deux paramètres architecturaux utilisés pour caractériser le système racinaire et mieux apprécier leur évolution avec la croissance racinaire.

- *Le diamètre*

Le diamètre est un paramètre important, permettant de distinguer les types racinaires et de définir le rôle prépondérant joué par chaque type de racine (exploration du sol, ancrage,

exploitation du milieu). Cette typologie est un préalable à toute modélisation du système racinaire.

Les résultats provenant de l'essai excavation nous ont permis de constater que les diamètres des racines primaires diminuent avec l'âge de la plante. Cette tendance a déjà été mise en évidence par Chopart. (1970) chez le sorgho. Dans notre étude, à 5 JAL, le diamètre moyen est de 3 et de 2,5 mm pour Morokorou et Florido respectivement. En fin de croissance (130 JAL), ces valeurs sont passées respectivement à 1,8mm et 1,4mm. Ces valeurs concordent avec les valeurs obtenues par Charles-Dominique et al. (2009) pour le diamètre des racines primaires dans les premiers stades (2,8 mm).

Au même stade de développement (77 JAL), les longueurs de diamètre relevées au niveau des rhizotrons sont sous estimées par rapport aux longueurs de diamètre issues de l'essai d'excavation. Cette différence observée peut s'expliquer d'une part par le faible nombre de racines primaires observées sur les rhizotrons et d'autre part par la prise de mesure à travers la vitre qui complique la mesure du diamètre.

Par ailleurs nos résultats ont montré que: (i) les racines primaires de Morokorou présentent systématiquement un diamètre plus important que celles de Florido ; (ii): le diamètre des racines primaires est systématiquement plus élevé que le diamètre des racines secondaires. Cette différence topologique est en adéquation avec les résultats obtenus pour les premiers stades de développement par Charles-Dominique et al. (2009).

La différence de diamètre observée au niveau des ordres racinaires permet de spécifier leurs rôles car il existe une relation étroite entre les diamètres des racines et leurs fonctions (Charles-Dominique et Mangenet, 2007). En effet, les racines à large diamètre assurent l'exploration du milieu et celles à diamètre plus fins (secondaires, tertiaires etc.), la colonisation et l'exploitation du milieu pour l'absorption hydrique et minérale de la plante. Les racines secondaires et d'ordre plus élevés jouent donc un rôle nutritionnel important chez les deux espèces d'ignames.

- *Longueur racinaire*

Les données concernant les longueurs racinaires proviennent de l'essai excavation. Nos résultats montrent que la dynamique d'élongation des racines primaires suit une croissance rapide. Cette longueur augmente de manière régulière jusqu'à atteindre un optimum de 151 et 88 cm respectivement pour Morokorou et pour Florido à 80 JAL ; ensuite, la longueur moyenne commence à diminuer progressivement. Ces valeurs moyennes sont relativement plus faibles que celles présentées dans la littérature (Njoku et al., 1973, Melteras et al., 2008, O'Sullivan, 2008). Cette différence pourrait s'expliquer par les contraintes mécaniques qu'imposent le sol à la pénétration des racines. Ces contraintes affectent directement la croissance en longueur des racines primaires (Belalcazar et al., 2003, Draye et al., 2003). La comparaison des diamètres pourrait permettre de renforcer cette hypothèse. En effet, un diamètre important permet une plus grande capacité de pénétration dans le sol (Nguyen et al., 1994, Zheng et al., 2000). C'est pourquoi, le diamètre de l'apex a tendance à augmenter avec

la densité de sol afin de faciliter sa pénétration. Malheureusement, ces auteurs ne fournissent pas de renseignement sur le diamètre des racines observées.

Nos résultats montrent une différence de longueur à tous les stades de développement chez les deux variétés. Morokorou présente systématiquement des racines plus longues que Florido.

- *Longueur de la zone apicale non ramifiée*

Les résultats obtenus à partir des deux essais montrent une très grande variabilité de la longueur de la zone apicale non ramifiée (LZANR) à tous les stades de développement. La zone apicale non ramifiée n'a pas une longueur stable au cours du temps car elle dépend de la vitesse de progression relative de l'apex de la racine primaire et du front de ramification.

Les résultats de l'observation ponctuelle faite à 77 JAL dans les rhizotrons ont montré que les LZANR varient en fonction de la topologie racinaire. Plus l'ordre de l'axe racinaire est élevé, moins la LZANR est importante. La LZANR des racines primaires est supérieure à celle des racines secondaires.

Par ailleurs les résultats de l'essai rhizotron ont révélé, quelque soit la variété, une différence de LZANR des racines primaires en fonction du type de rhizotron. En effet les valeurs enregistrées sont plus élevées au niveau des rhizotrons verticaux qu'au niveau des horizontaux. Cette différence est encore plus marquée pour Florido. Cette différence entre type de rhizotron est à mettre en relation avec le diamètre des racines primaires. En effet, nos résultats ont montré que pour Florido, le diamètre est plus élevé dans les rhizotrons horizontaux que verticaux. Cette différence pourrait traduire une différence de densité de sol dans la zone de croissance racinaire. Lors de la mise en place des rhizotrons, l'ajout de terre fine (tamisée) entre la paroi du sol et la vitre des rhizotrons verticaux crée une zone de croissance racinaire relativement meuble. En revanche l'installation du rhizotron horizontal nécessite plutôt de racler la surface de contact. Comparativement, moins de terre fine y est ajoutée. La zone de croissance en contact avec la vitre est donc plus dense. La température dans le rhizotron horizontal, systématiquement plus élevée que dans le rhizotron vertical, pourrait aussi expliquer en partie cette différence. Mais en l'absence de connaissances sur les températures seuil de l'igname et sur la température du sol dans l'essai excavation, il nous est impossible de conclure. Si cette différence devait se confirmer, la méthode des rhizotrons pourrait indirectement nous donner une indication sur les températures seuils de croissance racinaire.

#### **6.1.4.3. Dynamique de croissance racinaire**

Caractériser la dynamique de croissance racinaire des ignames s'avère d'autant plus importante en raison des conditions édaphiques (sols pauvres et filtrants). L'essai rhizotron a permis de suivre l'évolution de certains paramètres en fonction du stade de développement.

- *Durée d'activité racinaire*

La durée d'activité des racines que nous évoquons ici est une notion relative car elle ne tient pas compte de la période précédant l'apparition des racines sur la surface vitrée. Il faut donc la différencier de la durée de vie racinaire.

Nos résultats montrent une différence de la durée d'activité en fonction de l'ordre racinaire. La durée décroît lorsqu'on passe d'un ordre racinaire à un autre (24,7 et 18,6 jours d'activités pour les racines primaires et secondaires, respectivement). Aussi, quelque soit l'ordre racinaire, la durée d'activité racinaire est plus longue chez Morokorou que chez Florido.

La durée d'activité racinaire est plus élevée dans les rhizotrons verticaux (25,95 jours) que dans les rhizotrons horizontaux (16,75 jours) quelque soit la variété. Cette tendance se retrouve aussi chez les racines secondaires. A nouveau la densité de sol et la différence de température, l'élévation de la température dans ces rhizotrons pourraient expliquer cette différence.

Une comparaison de nos résultats avec les données bibliographiques n'est pas possible car aucune information concernant ce paramètre n'existe.

- *Vitesse de croissance*

Nos résultats montrent une très forte variabilité de la vitesse de croissance des différents ordres racinaires. L'hétérogénéité de la vitesse de croissance des différents ordres racinaires n'est pas spécifique à l'igname. Elle a été également observée par Jourdan (1995) et tout récemment par Nodichao (2008) qui ont étudié la croissance racinaire du palmier à huile respectivement en Côte d'Ivoire et au Bénin. De même Thongo-M'bou (2003) a observé de grandes variations de la vitesse de croissance chez l'eucalyptus. Cette forte hétérogénéité des vitesses de croissance n'a pas rendu difficile la mise en évidence de différences variétales au niveau des racines primaires. En effet, les résultats de notre étude montrent que pour ces racines, la variété Florido possède une vitesse de croissance plus importante que la variété Morokorou. Pourtant, nous avons montré que la longueur totale de ses racines primaires est plus courte que celle de Morokorou. Par ailleurs, aucune différence variétale n'est observée pour les racines d'ordre supérieur.

Quelque soit la variété, les racines primaires croissent beaucoup plus rapidement que les racines secondaires ; ces dernières croissent plus rapidement que les racines tertiaires qui elles même croissent plus vite que les quaternaires.

Pour les racines primaires, la variété Florido pousse plus vite, surtout en fin de période de croissance (à partir de 53 JAL) que la variété Morokorou. Une légère différence variétale est constatée pour les racines secondaires, surtout en début de période de croissance où Morokorou pousse significativement plus vite que Florido (34 JAL).

- *Fréquence du nombre de racines en croissance et nouvellement émises*

L'évolution du nombre de racines en croissance montre une différence variétale dans la distribution des racines sur toute la période de croissance. La distribution du nombre de

racines primaires en croissance présente deux pics (34 JAL et 46 JAL) chez Morokorou, alors que la variété Florido présente un nombre de racines primaires en croissance stable sur toute la période de croissance.

Le nombre de racines secondaires en croissance pour les deux variétés présentent un maximum. Mais ce maximum est décalé dans le temps. La variété Florido a un maximum de racines secondaires en croissance un mois plus tôt que la variété Morokorou. Nous observons aussi que la variété Morokorou maintient un nombre de racines en croissance maximum durant une longue période.

Un autre paramètre qui conditionne la croissance globale du système racinaire est l'émission de nouvelles racines dont dépend le nombre d'axes racinaires en croissance et la longueur totale des racines. Les résultats du suivi de la dynamique d'émission racinaire au cours de la période des observations montrent une différence variétale dans l'émission de nouvelles racines secondaires. Comme pour le nombre de racines en croissance, les pics d'émission enregistrés sont décalés dans le temps. Au regard du nombre de racines en croissance et du nombre de racines nouvellement émises, on constate que Florido est plus précoce que Morokorou. La diminution du nombre de racines émises, quelque soit l'ordre, est plus brusque pour Florido ce qui confirme cette tendance.

#### **6.1.5. Conclusions et perspectives**

Cette étude nous a permis d'avoir une meilleure connaissance du système racinaire, de l'architecture et de la dynamique de croissance chez deux espèces d'igname (*D. alata* var. Florido et *D. rotundata* var. Morokorou) en conditions réelles.

Le système racinaire de l'igname est constitué de deux types de racines : les racines coronaires et les racines tuberculaires. Les expérimentations menées nous ont permis de mettre en évidence quatre ordres racinaires, parmi les coronaires. Le premier ordre, les racines primaires, se distinguent par une zone apicale non ramifiée, un diamètre, une longueur moyenne, une durée d'activité et une vitesse de croissance nettement supérieure aux autres ordres (secondaires, tertiaires et quaternaires). Certaines différences existent entre les axes racinaires d'ordre supérieur (principalement la vitesse de croissance mais aussi dans une moindre mesure, le diamètre, la durée d'activité, etc.). Mais la grande variabilité de ces derniers ne nous a pas permis de trier ces ordres en types racinaires distincts. Durant nos observations, nous n'avons pas pu observer les racines tuberculaires. Et le très faible nombre de réitérations observé nous incite à les considérer comme anecdotiques.

Le système racinaire de l'igname est très superficiel (< 15cm de profondeur) mais bien distribué dans l'espace. Le développement des racines primaires est précoce (jusqu'à 36 mètres de racines primaires cumulées seulement 30 jours après levée) et très rapide (jusqu'à 3cm.j<sup>-1</sup>). Le nombre de racines primaires augmente jusqu'au 105<sup>ème</sup> JAL. Aussi, l'émission de nouvelles racines primaires continue longtemps après la levée. Pour les ordres supérieurs à 1, le nombre de racines en croissance et le nombre de racines nouvellement émises présente une distribution en forme de cloche avec un maximum.

Les observations réalisées ont permis de mettre en évidence des différences de comportement importantes entre variétés. Ainsi, la variété Florido présente un nombre de racines primaires restreint et de moindre longueur avec toutefois une ramification plus importante que Morokorou. De même, Florido présente une durée d'activité des racines primaires plus faible que Morokorou. Mais ce dernier caractère est compensé par une vitesse de croissance plus élevée. Le nombre restreint de racines primaires et le développement plus tardif de Florido semble être compensé par un développement racinaire prolongé. Ainsi, les distributions du nombre de racines secondaires en croissance et nouvellement émises montrent que Florido atteint un maximum environ 30 jours après Morokorou mais qu'il maintient un niveau élevé plus longtemps.

Enfin notre étude a permis d'adapter la technique des rhizotrons à l'igname. Ainsi, la méthode des rhizotrons a permis de suivre, avec succès, la dynamique de croissance des racines coronaires. La vitesse de croissance élevée des racines d'igname impose un passage régulier avec un intervalle de temps court (3 jours). Les rhizotrons verticaux ont permis d'intercepter et de suivre un plus grand nombre de racines que les rhizotrons horizontaux. Leur utilisation doit donc être privilégiée. Durant la période d'observation, nous avons pu observer un grand nombre de racines sortant du cadre de la zone d'observation. Afin de suivre la croissance des racines les plus longues, il serait intéressant soit de placer une partie des rhizotrons verticaux à une certaine distance du pied de la plante (0,5 à 1m), soit d'augmenter la profondeur de la vitre. Enfin, le dispositif actuel n'a pas permis d'observer les racines dites tuberculaires, du fait de leur croissance verticale. Il serait alors intéressant de placer un rhizotron en dévers au pied de la plante afin d'intercepter ces racines et de suivre leur dynamique de croissance.

Pour les études à venir, il serait intéressant de relier les observations de dynamique racinaires avec le développement et la croissance de l'appareil aérien et le processus de tubérisation.

## **6.2. Analyse du fonctionnement physiologique d'un couvert d'igname**

L'étude a pour objectif de mieux comprendre le fonctionnement des ignames. L'approche globale est de type mécaniste. Il s'agit de rendre compte, de façon simplifiée du fonctionnement d'une culture dans un milieu donné. Cette approche permet d'obtenir une vision quantitative et dynamique de l'action combinée de différents facteurs environnementaux sur le fonctionnement d'une culture. Les paramètres relatifs aux processus décrits peuvent ensuite servir d'outils d'aide à la décision orientée vers la gestion de la culture ou vers le choix entre différents systèmes de culture. La conception du modèle de culture se décompose en trois grandes parties : la phénologie, la production et la répartition de biomasse, et l'introduction d'une contrainte.

La phénologie sera étudiée en fonction de la température. L'influence de la photopériode ne sera pas abordée dans cette étude.

La production de biomasse, « moteur » de la croissance de la plante, est étudiée en considérant le couvert végétal comme un capteur et un transformateur d'énergie solaire. Cette approche, développée en France en particulier par Varlet-Grancher et al. (1982), permet de



considérer que la production de biomasse d'une culture comme une fonction linéaire du PAR capté.

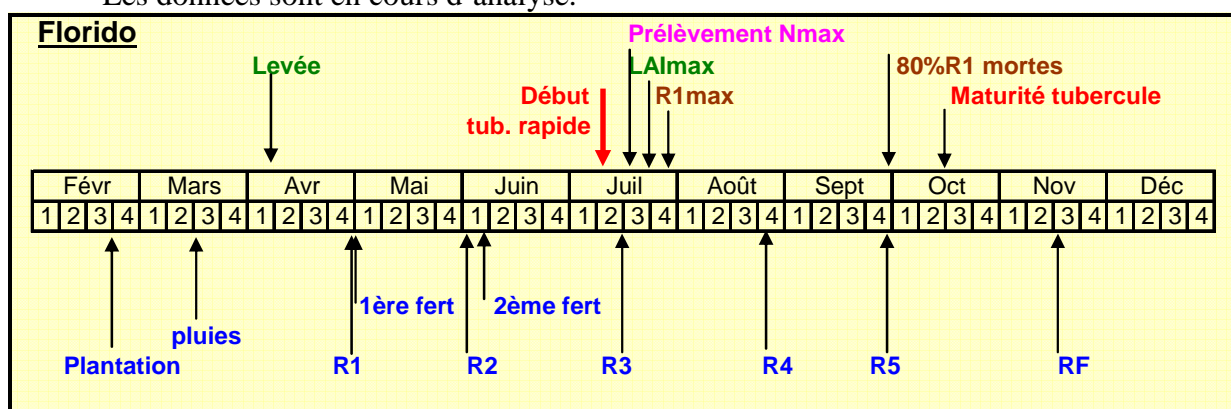
Il est également important de simuler la répartition de la biomasse produite entre les différents organes de la plante. Pour cela, nous devons identifier les coefficients de répartition adaptés en fonction de la phénologie.

### 6.2.1. Objectifs spécifiques

- Décrire les principaux stades phénologiques de l'igname.
- Décrire la production de biomasse de l'igname (LAI, K, RUE, ...).

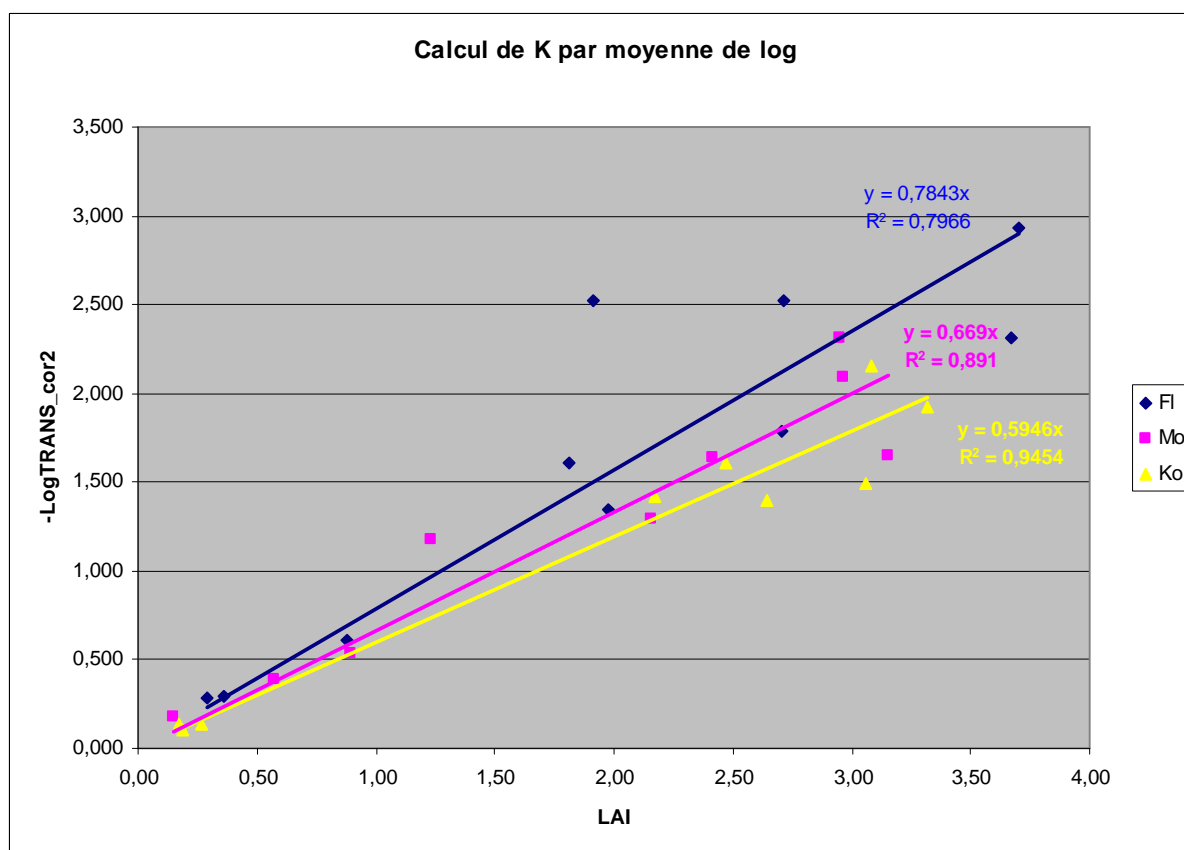
#### 6.2.1.1. Décrire les principaux stades phénologiques de l'igname

Les données sont en cours d'analyse.



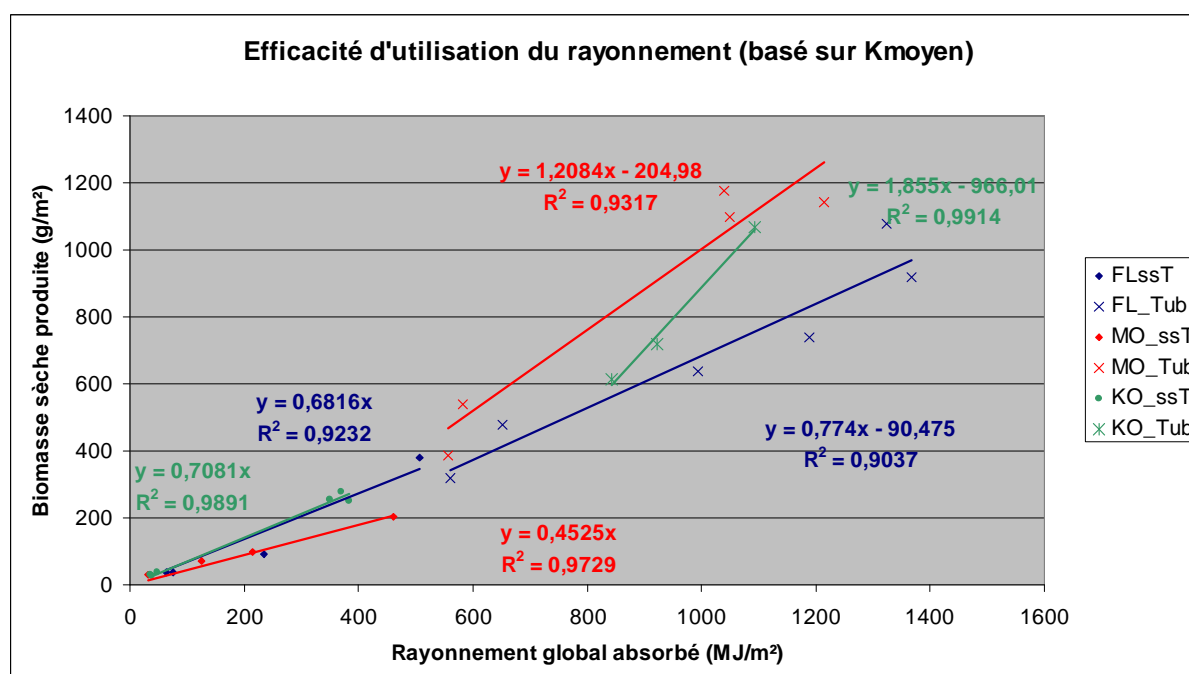
### 6.2.2. L'interception du rayonnement

Les données sont en cours d'analyse.



### 6.2.3. L'utilisation du rayonnement

Les données sont en cours d'analyse.



### **6.3. Agrophysiologie des ignames et gestion de la nutrition azotée**

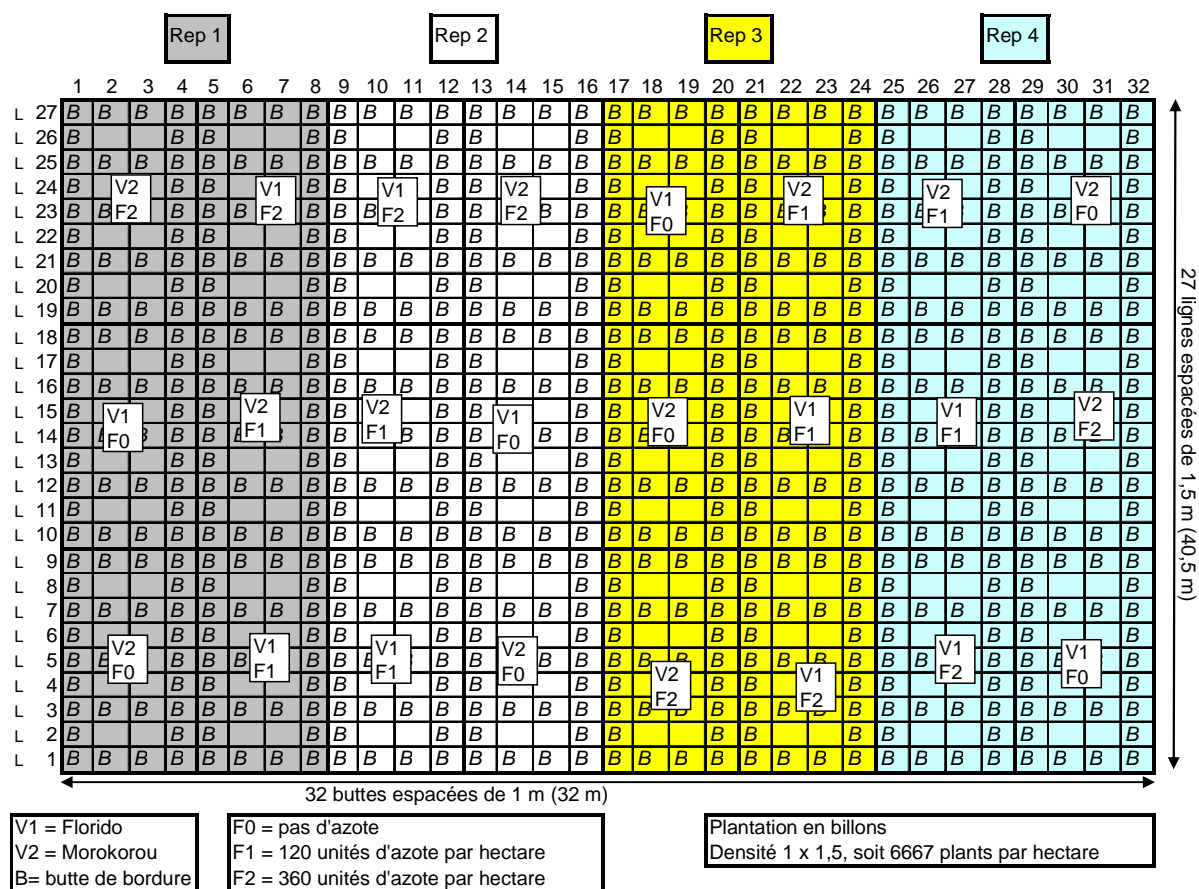
#### **6.3.1. Objectifs**

- Mise au point d'un indice de nutrition azotée (courbe de dilution, SPAD, Nitrate dans le pétiole)
- Etude de l'influence de la nutrition azotée sur la production et la répartition de biomasse

#### **6.3.2. Dispositif**

- 2 var : Florido (*D. alata*) et Morokorou (*D. rotundata*)
- 3 doses de N (0, 120, 360)
- 4 répétitions
- 4 dates de récoltes => surfaces de 3m<sup>2</sup> (incluant 2 buttes) à chaque récolte
- Densité 0,67 plant/m<sup>2</sup>
- 2 sites :
  - Glazoue en milieu réel
  - Cotonou en station

#### **6.3.3. Plan de l'expérimentation**



### 6.3.4. Observations réalisées

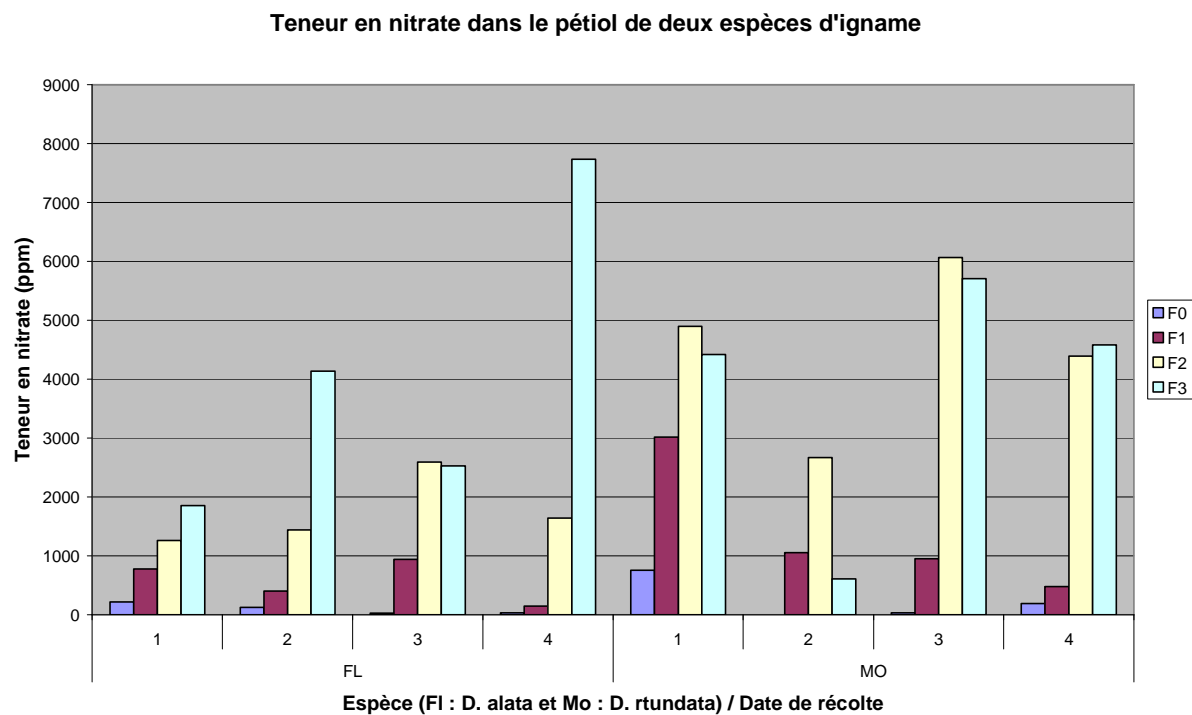
- A la plantation :
  - Analyses MS, N, P et K sur un sous-échantillon de tubercules semences
  - Poids individuel de chaque semenceau à la plantation
- En croissance :
  - Date de levée individuelle
  - Récolte tous les 10 jours de la litière tombée sous les buttes centrales
  - Date de floraison (le cas échéant)
- A chaque récolte
  - Nombre de tiges principales par butte
  - Nombre de cataphylles par tige principale
  - Nombre de racines primaires (vivantes et mortes) par tige principale
  - Nombre de tubercules néoformés
  - Biomasse fraîche et sèche de chaque organe (tige, feuille, tubercule planté, tubercules néoformés)
  - Nombre et surface foliaire
  - [NO<sub>3</sub>]pétiole dans un sous-échantillon de pétioles (15) prélevés sur les feuilles nouvellement matures !
  - N, P, K dans chaque organe aux 2 dates de récoltes
  - Radiation transmise et % de recouvrement (si le temps et seulement pour certain traitement)
- En continu :
  - Température dans la butte (3x par jour)
  - Radiation, température aérienne min et max, pluviométrie, humidité relative
  - Mesures mensuelles au SPAD (à Cotonou uniquement)
  - Analyses de sols en début et en fin de culture + prises une semaines après chaque application => 5 prises d'échantillon de sol
- Récolte finale :
  - Composantes du rendement (nbr tiges, nbr de tubercules, poids individuel de chaque tubercule)

### **6.3.5. Résultats**

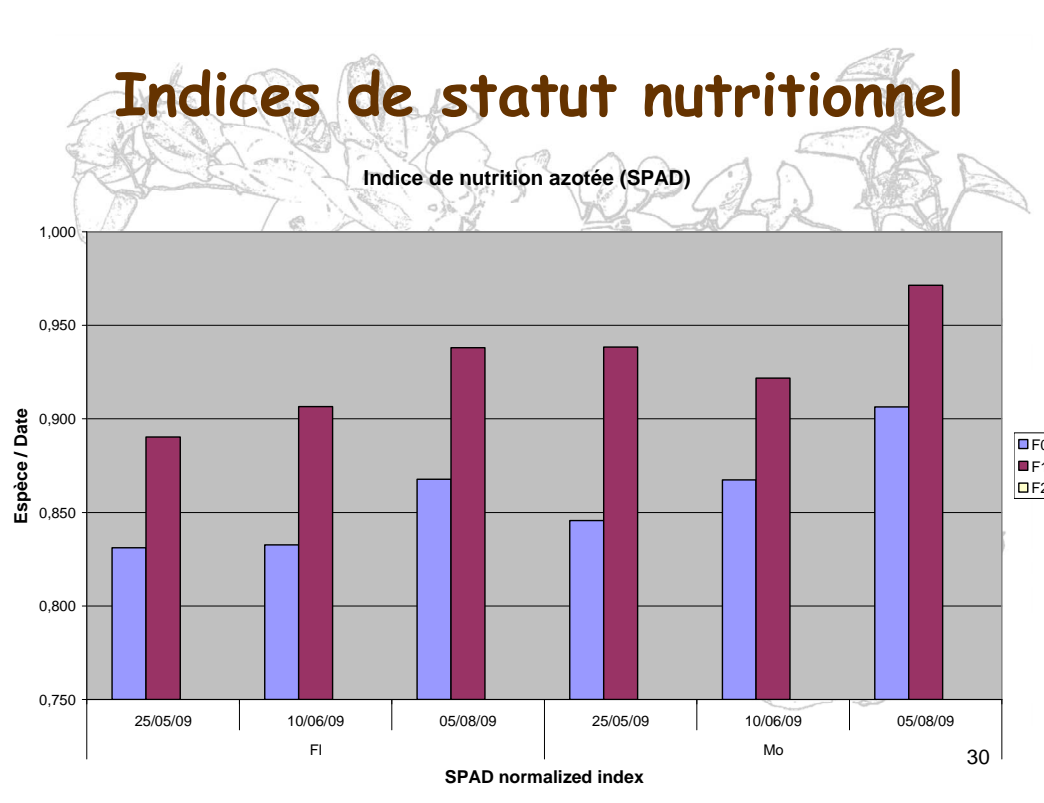
Données en cours d'analyses.

#### **6.3.5.1. Mise au point d'un indice de nutrition azotée (courbe de dilution, SPAD, Nitrate dans le pétiole)**

Les premiers résultats montrent que la concentration de nitrate dans le pétiole semble bien corrélés avec les traitements azotés.

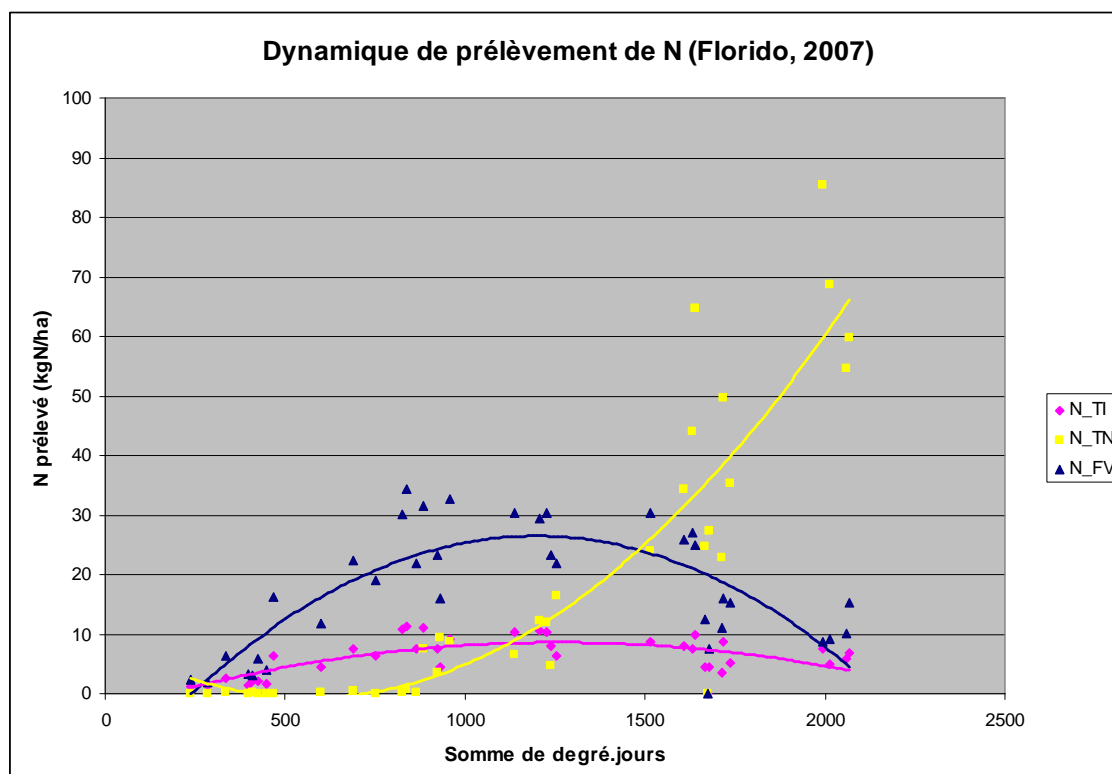


Les mesures réalisées à l'aide du SPAD (Minolta) donnent aussi une bonne indication du statut nutritionnel.



### 6.3.5.2. Etude de l'influence de la nutrition azotée sur la production et la répartition de biomasse

La dynamique de prélèvement azoté a pu être décrite.



L'influence de la nutrition azotée sur l'interception et l'utilisation du rayonnement et sur la répartition des assimilés est en cours d'analyse.



## **7. Résultat 3: L'influence des plantes de couverture sur certains facteurs du milieu dans deux systèmes de culture à base d'igname est mieux connue**

### **7.1. Evaluation des déterminants de la variabilité des rendements et composantes de rendements des ignames *Dioscorea spp.* dans les systèmes de culture sédentarisés à base d'igname**

Les systèmes de production à base d'igname sont très dynamiques et fortement influencés par plusieurs facteurs dont l'importance varie d'une zone agroécologique à une autre. Des travaux de recherche sur l'igname ont abordé plusieurs aspects : la botanique de l'igname, son écologie et les ravageurs (Zinsou, 1997 ; Zohouri, 1997), la diversité des ignames (Dansi et *al.*, 2003 ; Zannou et *al.*, 2005; Azhoun Pazou, 2008) , les aspects socio-économiques, agronomiques et de technologies de post récolte (Dumont et Vernier, 1997 ; Floquet et *al.*, 2001 ; Adégbola et Arouna, 2004; Toukourou et Maliki, 2003; Cornet et *al.*, 2005 ; Maliki, 2006; Vernier et *al.*, 2006 ; Floquet et *al.*, 2006). Cependant, les principaux facteurs déterminant la production d'igname dans les systèmes traditionnels et améliorés restent peu connus. Une étude conduite par Sohoulané Djebou (2006) a révélé que l'exploitation par les producteurs de l'hétérogénéité spatiale en relation avec la diversité variétale dont ils disposent, le sexe, l'appartenance ethnique du paysan, l'environnement physique, socio-culturel et économique du paysan sont les principaux facteurs déterminant la variabilité des rendements et composantes de rendements des ignames *Dioscorea Spp* dans les systèmes traditionnels des villages de Yagbo et de Kpakpaza dans la région Centre du Bénin.

La présente étude vise à analyser les facteurs influençant la production d'igname dans les systèmes sédentarisés à base d'igname et à déterminer les effets agronomiques et économiques d'allocation optimale de ces facteurs pour une production durable d'igname. La connaissance des facteurs influençant la production d'igname et des effets agronomiques et économiques d'allocation optimale de ces facteurs conduira à des recommandations concrètes quant à la gestion de la biomasse des plantes améliorantes, la densité de plantation d'igname, la taille des buttes, etc. dans la perspective de la réduction de la charge et du coût de travail. Cela permettrait également d'identifier et de quantifier les facteurs sur lesquels une attention particulière doit être accordée pour l'amélioration de la production et des revenus des ménages ruraux qui pratiquent cette culture. Une telle analyse permettrait aussi de proposer aux décideurs politiques des outils d'aide à la décision afin de lever certaines contraintes-clés au niveau de la filière et des systèmes d'exploitation à base d'igname.

### 7.1.1. Objectifs spécifiques

- Déterminer les principaux facteurs influençant le rendement et les composantes de rendement d'igname dans les systèmes traditionnels et améliorés;
- Evaluer les effets et les interactions des facteurs;
- Déterminer les effets d'allocation optimale de ces facteurs.

### 7.1.2. Approche méthodologique

#### 7.1.2.1. Dispositifs cultureux

- **Systèmes améliorés de production à base d'igname**

Deux systèmes améliorés de production d'igname sont considérés pour les campagnes agricoles 2008-2009 et 2009-2010.

- igname sur précédent *Aeschynomene histrix*
- igname sur précédent *Aeschynomene histrix* et *Gliricidia sepium*

L'approche méthodologique a consisté à visiter les villages enquêtés et autres pour retenir les producteurs ayant manifesté le désir pour abriter l'essai à base d'*Aeschynomène* dans leur champ (photo 1). Pour le cas de l'essai à base de *Aeschynomene histrix* et *Gliricidia sepium*, le choix a porté sur les producteurs disposant déjà des parcelles de *Gliricidia* établies dans leur champ.



Photo 1 : Choix des producteurs pour l'expérimentation à base d'*Aeschynomene histrix* à Assaba (Bantè)

Les dispositifs expérimentaux ont été établis au cours des campagnes agricoles 2008-2009 et 2009-2010. Sur la base des résultats du diagnostic socio-économique,

4 à 5 variétés d'ignames ont été considérées pour les expérimentations selon leur fréquence:

Variétés précoces du complexe *Dioscorea cayenensis*-*Dioscorea rotundata* : Gangni, Gnidou et Eflou;

Variété tardive du complexe *Dioscorea cayenensis*-*Dioscorea rotundata*: Kokoro,

Variétés tardive (*Dioscorea alata*): Florido

#### Campagne agricole 2008-2009:

##### 1- igname sur précédent *Aeschynomene histrix*

Le dispositif adopté en milieu réel est un modèle partiellement hiérarchisé à 5 facteurs:

- Variété: facteur fixe à 4 modalités (variétés installées: Kokoro, Florido, Gangni, Eflou);
- Traitement: facteur fixe à 2 modalités (avec ou sans *Aeschynomene*)
- Bloc : facteur aléatoire à 4 modalités (4 répétitions);
- Site : facteur fixe à 3 modalités (Gbanlin, Akpéro et Miniffi);
- Producteur : facteur subordonné à 9 modalités (9 producteurs ont installé).

##### 2- igname sur précédent *Aeschynomene histrix* et *Gliricidia sepium* (photo 2)



Photo 2 : Igbame sur précédent *Aeschynomene histrix* associé au *Gliricidia sepium* à Ouessè

Le dispositif adopté en milieu réel est un modèle partiellement hiérarchisé à 5 facteurs (tableau 5):

- Variété : facteur fixe à 4 modalités (variétés installées: Kokoro, florido, Gangni, Eflou);
- Traitement: facteur fixe à 2 modalités (Témoin local ; Aeschynomene+Gliricidia);
- Bloc : facteur aléatoire à 4 modalités (4 répétitions);
- Site : facteur fixe à 2 modalités (Gbanlin, Miniffi)
- Producteur : facteur subordonné à 3 modalités (3 producteurs ont installé).

Tableau 5: Modèles ANOVA pour les dispositifs expérimentaux au cours des campagnes (2008-2009)

N°	Modèle	Facteur	Type	Niveau	Valeur
1	Partiellement hiérarchisé	Producteur(Site)	Aléatoire	9	P1; P2; P3; P4; P5; P6; P7; P8; P9;
		Variété	Fixe	4	Kokoro, Florido, Gangni, Eflou
		Bloc	Aléatoire	4	Rep1; Rep2; Rep3; Rep4
		Site	Fixe	3	Akpéro; Gbanlin; Miniffi
		Traitement	Fixe	2	Aeschy; Témoin;
2	Partiellement hiérarchisé	producteur(Site)	Aléatoire	3	P1; P2; P3
		Variété	Fixe	4	Kokoro, Florido, Gangni, Eflou
		Bloc	Aléatoire	4	Rep1; Rep2; Rep3; Rep4
		Site	Fixe	2	Gbanlin, Miniffi
		Traitement	Fixe	2	Aeschynomene+Gliricidia ; Témoin

#### Campagne agricole 2009-2010:

##### 1- igname sur précédent *Aeschynomene histrix*

Le dispositif relatif au précédent Aeschynomène a été installé dans différents villages (photo 3).

Le dispositif est un modèle partiellement hiérarchisé à 5 facteurs (tableau 6):

- Variété : facteur fixe à 4 modalités (variétés prévues : Kokoro, Florido, Gangni, Eflou);
- Traitement: facteur fixe à 2 modalités (avec ou sans Aeschynomene);
- Bloc : facteur aléatoire à 4 modalités (4 répétitions);
- Site : facteur fixe à 10 modalités (10 villages sus mentionnés :Toui-gare, Boubou, Magoumi, Dani, Katakou, Gbanlin, Djagballo, Aklanpka, Adjanoudoho, Tchètti);
- Producteur : facteur subordonné à 40 modalités (40 producteurs ont installé).





Photo 3 : Parcelle de précédent *Aeschynomene histrix* à Odo Agbon (Tchèti)

## 2. igname sur précédent *Aeschynomene histrix* et *Gliricidia sepium* (photo 4)

Le dispositif agroforestier relatif au précédent Aeschynomène associé au Gliricidia a été également installé dans différents villages (photo 4).



Photo 4 : Parcelle de précédent *Aeschynomene histrix* et *Gliricidia sepium* à Miniffi (Dassa)

Le dispositif est un modèle partiellement hiérarchisé à 5 facteurs (tableau 6):

- Variété : facteur fixe à 4 modalités (Kokoro, Florido, Gangni, Eflou)
- Traitement: facteur fixe à 2 modalités (avec ou sans *Aeschynomene*+*Gliricidia*);
- Bloc : facteur aléatoire à 4 modalités (4 répétitions);

- Site : facteur fixe à 6 modalités (Gbanlin, Ouessè, Attata, Akpéro, Miniffi et Gomè);
- Producteur : facteur subordonné à 18 modalités (18 producteurs ont installé).

Tableau 6: Modèles ANOVA pour les dispositifs expérimentaux au cours des campagnes (2009-2010)

N°	Modèle	Facteur	Type	Niveau	Valeur
1	Partiellement hiérarchisé	Producteur(Site)	Aléatoire	40	P1; P2; P3; P4; P5; .....P40
		Variété	Fixe	4	Kokoro, Florido, Gangni, Eflou
		Bloc	Aléatoire	4	Rep1; Rep2; Rep3; Rep4;
		Site	Fixe	10	Toui-gare, Boubou, Magoumi, Dani, Katakou, Gbanlin, Djagballo, Aklanpka, Adjanoudoho, Tchètti
		Traitement	Fixe	2	Aeschy; Témoin;
2	Partiellement hiérarchisé	Producteur(site)	Aléatoire	18	P1; P2; P3; .....P18
		Variété	Fixe	4	Kokoro, Florido, Gangni, Eflou
		Bloc	Aléatoire	4	Rep1; Rep2; Rep3; Rep4
		Site	Fixe	6	Gbanlin, Ouessè, Attata, Akpéro, Miniffi et Gomè
		Traitement	Fixe	2	Aeschynomene+Gliricidia, Témoin

### • Systèmes locaux à base d'igname

Le dispositif dans les systèmes traditionnels à base d'igname pour les campagnes agricoles 2008-2009 et 2009-2010 est un modèle partiellement hiérarchisé à 5 facteurs (tableau 7).

Tableau 7: Modèles ANOVA pour les dispositifs expérimentaux au cours des campagnes (2009-2010)

N°	Modèle	Facteur	Type	Niveau	Valeur
1	Partiellement hiérarchisé	Producteur(site)	Aléatoire	100	P1; P2; P3; P4; P5; .....P100
		Variété	Fixe	5	Kokoro, Florido, Gangni, Laboko, Moroko
		Bloc	Aléatoire	4	Rep1; Rep2; Rep3; Rep4;
		Site	Fixe	10	Toui-gare, Boubou, Magoumi, Dani, Katakou, Gbanlin, Djagballo, Aklanpka, Adjanoudoho, Tchètti
		Traitement	Fixe	4	Défriche forestière, Défriche sur jachère, Bas-fonds, terre marginale

- Variété : facteur fixe à 5 modalités (Kokoro, Florido, Gangni, Laboko, Moroko).
- Traitements : Systèmes locaux: facteur fixe à 4 modalités (Défriche forestière, Défriche sur jachère, Bas-fonds, Terre marginale)
- Bloc : facteur aléatoire à 4 modalités (4 répétitions);
- Site : facteur fixe à 10 modalités (Adjanoudoho, Aklanpka, Tchètti, Djagballo, Gbanlin, Toui-gare; Dani, Katakou, Magoumi et Boubou);
- Producteur : facteur subordonné à 200 modalités (100 producteurs prospectés).

Il est à mentionner qu'au cours des campagnes agricoles 2008-2009 et 2009-2010, les semences d'Aeschynomène ont été distribuées à bon nombre de producteurs dans la région des Collines dans le souci de leur permettre de disposer de champs semenciers et partant, faciliter l'accès aux semences pour la réplication de la technologie au niveau de leur exploitation agricole (tableau 8). Selon les données

recueillies, plus de 50% des producteurs abritent dans leur champ les parcelles d'Aeschynomène malgré le retard de pluie connu en 2009.

Tableau 8: Envergure de la distribution des semences d'Aeschynomène aux producteurs au cours des campagnes agricoles 2008-2009 et 2009-2010

producteurs au cours des campagnes agricoles 2008-2009 et 2010-2011			
N°	Commune	Localité	Nombre de participants
1	Glazoué	Gomè	8
		Ouèdèmè	6
		Aklankpa	6
		Magoumi	6
		Lahotan	6
2	Savalou	Tchèti	6
3	Bantè	Djagballo	6
		Assaba	6
		Bantè-centre	6
		Okoutadjaba	6
		Cloubou	6
4	Savè	Dani	15
		Katakou	5
		Atchakpa	15
		Boubou	10
		Ouoghi	10
5	Ouessè	Akpéro	20
		Kémon	6
		Atata	15
		Toui-gare	15
		Ouessè-centre	10
		Gbanlin	3
		Wokpa	16
6	Dassa	Miniffi	12
		Adjanoudoho	8
		Akoba	6
Total			234

### 7.1.2.2. Observations et mesures

Le suivi est conduit au niveau micro (parcellaire) et méso (exploitation agricole):

- *Caractéristiques spécifiques de site et de gestion des parcelles au niveau des systèmes améliorés et traditionnels*

Il a été procédé aux prélèvements des échantillons composites de sol à différentes profondeurs du sol (0-15 cm et 15-30 cm) au niveau de chaque parcelle avant la mise en place des essais à base d'Aeschynomène et Gliricidia+Aeschynomène. Ces échantillons seront analysés au laboratoire pour déterminer le taux de matière organique, la concentration du sol en N, P et K, le pourcentage du sol en sable, limon et en argile, etc. La même procédure a été adoptée au niveau des systèmes traditionnels à base d'igname.

Les observations ont porté également sur: la variété d'igname, l'histoire de la parcelle, la taille des buttes, la densité de plantation, le nombre de sarclage, le précédent cultural, le système cultural, la biomasse d'Aeschynomène, la biomasse de Gliricidia (feuilles et bois), la densité d'arbustes de Gliricidia, le nombre d'autres arbres sur la parcelle, la date de récolte, la main d'oeuvre et coût, maladies et ravageurs, les données pluviométriques (hauteurs de pluie), les données géoréférencées

(coordonnées géographiques des parcelles d'essais), les paramètres (rendement d'igname en matière fraîche par hectare, le nombre moyen de tubercules par butte et le poids moyen des tubercules d'igname par butte, la longueur et la circonférence des tubercules d'igname), l'incidence des maladies et ravageurs d'ignames, etc.

- *Caractéristiques socio- économiques*

Cela prend en compte : l'âge, le sexe, le foncier, la main d'oeuvre, les équipements, le cheptel, l'accès au crédit, accès au marché, revenus,...

Les fiches de suivi-évaluation ont été conçues (annexes 3-9)

### **7.1.2.3. Description des variables**

- **Les variables dépendantes**

YRDT\_ign, L\_tuber , Ci\_tuber, N\_tuber

- **Les variables explicatives**

Les variables explicatives peuvent être regroupées en 2 catégories :

*Les variables imprédictibles*

PLUVIO\_1, PLUVIO\_3, PLUVIO\_4, PLUVIO\_5 sont des variables liées au risque pluviométrique pour lequel ni les producteurs et ni les chercheurs ne peuvent exercer aucune influence. Elles représentent les quantités de pluie en mm tombées respectivement le 1<sup>er</sup>, 3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> mois du cycle végétatif de l'igname. Le risque lié au facteur pluviométrique pourrait entraîner des pertes de production des cultures dont celle de l'igname. En effet, l'igname est une culture très exigeante en eau surtout après la germination (Dansi *et al.* 2003) mais aussi entre la quatorzième et vingtième semaines de végétation (Ministère de la Coopération, 1993). Ainsi, une saison des pluies débutant avec retard serait préjudiciable à la production de l'igname (Dansi *et al.* 2003). Le risque de pluie pourrait entraîner des fluctuations des rendements, et partant des prix et une perte de revenus pour le producteur (Schweigman,1993).

*Les variables prédictibles*

MO

La variable MO représente la quantité de matière organique contenue dans le sol en kg/ha. En effet, la terre constitue le principal moyen de production des exploitations agricoles. La fertilité de cet important capital dépend pour une large part de son stock en matières organiques. Or celles-ci sont rapidement minéralisées sous les climats chauds et agressifs des tropiques et la structure de ces sols se dégrade en quelques années dès qu'ils sont défrichés. Le défrichement des terres est principalement lié à la culture d'igname dans la région centrale du Bénin en raison de l'exigence de l'igname en terre fertile. Les travaux de Budelman (1989) cité par Carsky *et al.* (1998) ont montré une corrélation positive entre le rendement d'igname et la quantité de matière organique du sol. Les travaux de Carsky *et al.*, (1998) ont révélé, que



dans le système traditionnel de défriche sur brûlis, la plante produit bien en première année après le défrichement de la jachère mais le rendement décroît les années subséquentes. La variable MO est supposée positivement corrélée au rendement et composantes de rendement de l'igname.

#### AZOTE\_m

L'azote constitue le facteur le plus limitant dans les sols tropicaux. La variable AZOTE\_m représente la quantité d'azote minéralisée en kg/ha dans le sol et assimilable par la plante. La quantité d'azote du sol minéralisée représentant environ 0,5% de l'azote totale disponible dans le sol. Elle est un élément déterminant pour la croissance et le développement de la culture. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composantes de rendement de l'igname.

#### PHOS

La variable PHOS représente la quantité de phosphore en kg/ha dans le sol assimilable par la culture. Cet élément nutritif contribuant au développement des organes aériens (tiges et feuilles), améliorerait l'activité photosynthétique de la plante par l'induction de surface foliaire pour une production accrue des tubercules d'igname. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### POTAS

La variable POTAS représente la quantité de potassium en kg/ha dans le sol assimilable par la culture. Cet élément nutritif contribue au développement des organes souterrains (racines et tubercules) et partant, améliorerait le processus de tubérisation pour une bonne production de la culture. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### ARGILE

La variable ARGILE représente le pourcentage d'argile dans le sol. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname en raison de la capacité de rétention en éléments nutritifs des sols argileux.

#### SABLE

La variable SABLE représente le pourcentage de sable dans le sol. Plus pourcentage de sable est élevé par rapport aux autres composantes du sol (argile, limon) et moins le sol serait fertile et approprié pour une bonne production d'igname. Cette variable est supposée négativement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### LIMON

La variable LIMON représente le pourcentage de limon dans le sol. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### P\_ENGRAIS:

La variable ENGRAIS est une variable binaire qui indique l'application d'engrais sur un précédent cultural (ex. maïs, coton, ...). Ceci contribuerait à un arrière effet sur l'igname et partant, améliorerait la production de la culture. Cette variable est

supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname

#### DUREE\_jn

La durée de la jachère naturelle avant la défriche. Plus la jachère naturelle est de longue durée et plus cela contribuera à l'accumulation de la matière organique dans le sol et au processus de régénération de la fertilité des sols. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### AGE\_ja

La variable AGE\_ja indique l'âge de la jachère améliorée avant la mise en place de l'igname. Plus la jachère améliorée à base de légumineuses herbacées et/ou arbustives est de longue durée et plus cela contribuerait à l'accumulation de la matière organique dans le sol et au processus de régénération de la fertilité des sols. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### N\_acult

La variable N\_acult est le nombre d'années de culture de la parcelle indiquant l'intensité culturale. Plus le nombre d'années de culture sur une parcelle abritant l'igname est élevé et moins elle serait propice pour la culture. Cette variable est supposée négativement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### PRESEN\_a :

La variable PRESEN\_a est une variable binaire. Lors du défrichement pour la culture d'igname, certaines essences spontanées sont épargnées (le néré, karité,...) en raison de leurs intérêts agro-écologiques et socio-économiques. Il existe aussi des essences plantées (anacardier,...) lorsqu'elles sont implantées à des écartements raisonnables limiteraient l'effet d'ombrage et contribueraient à l'accumulation de la matière organique dans le sol au profit de la culture. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### INT\_agricole

La variable intensité agricole est le rapport entre la durée de jachère et la somme du nombre d'années de culture et de la jachère de la parcelle. Plus l'activité agricole est intense sur la parcelle et plus le sol serait épuisé, et partant le rendement d'igname et composante de rendement seraient affectés. Cette variable est supposée influencer négativement le rendement et composante de rendement d'igname.

#### INT\_ut

L'intensité d'utilisation de la terre (INT\_ut) est la variable indiquant le nombre de champ cultivé autour de la parcelle d'observation. Plus l'utilisation de la terre est intense autour de la parcelle, plus cela induirait la dégradation et la baisse de la fertilité de sol qui résulterait principalement du processus d'érosion hydrique et d'exportation des éléments nutritifs du sol. Cette variable est supposée influencer négativement le rendement et composante de rendement.

## BIOM

La variable BIOM est la quantité de biomasse de la légumineuse incorporée dans les buttes. Plus la biomasse incorporée au sol est élevée et plus d'éléments nutritifs seraient libérés au profit de la culture par le processus de décomposition de la matière. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

## CBIOM

La variable CBIOM est le carré de BIOM. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

## BIOM\_C

La variable BIOM\_C est la quantité de carbone organique en kg/ha apportée par la légumineuse incorporée. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

## BIOM\_N

La variable BIOM\_N est la quantité d'azote organique en kg/ha apportée par la légumineuse incorporée. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

## BIOM\_P

La variable BIOM\_P est la quantité de phosphore organique en kg/ha apportée par la légumineuse incorporée. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

## BIOM\_K

La variable BIOM\_K est la quantité de phosphore organique en kg/ha apportée par la légumineuse incorporée. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

## CBIOM\_C

La variable CBIOM\_C est le carré de BIOM\_C. Il est inclus dans le but de décrire la relation quadratique entre le rendement de l'igname et composante de rendement et la quantité de carbone organique en kg/ha apportée par la légumineuse incorporée. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

## CBIOM\_N

La variable CBIOM\_N est le carré de BIOM\_N. Il est inclus dans le but de décrire la relation quadratique entre le rendement de l'igname et composante de rendement et la quantité d'azote organique en kg/ha apportée par la légumineuse incorporée. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

## CBIOM\_P

La variable CBIOM\_P est le carré de BIOM\_P. Il est inclus dans le but de décrire la relation parabolique entre le rendement de l'igname et composante de rendement et la quantité de phosphore organique en kg/ha apportée par la légumineuse

incorporée. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### CBIOM\_K

La variable CBIOM\_K est le carré de BIOM\_K. Il est inclus dans le but de décrire la relation quadratique entre le rendement de l'igname et composante de rendement et la quantité de potassium organique en kg/ha apportée par la légumineuse incorporée. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### D\_PLT

La variable D\_Plant est la date de plantation des semenceaux dans les buttes.

#### DENS\_c

La variable DENS\_c est la densité de la culture à la plantation (buttes par hectare). Plus la densité de buttes d'igname à la plantation est élevée et plus une quantité importante de tubercules serait produite. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### CDENS\_c

La variable CDENS\_c est le carré de la DENS\_c à la plantation. Il est inclus dans le but de décrire la relation parabolique entre le rendement de l'igname et composante de rendement et la densité de la culture à la plantation. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### DENS\_r

La variable DENS\_r est la densité de la culture à la récolte par hectare (buttes par hectare). Plus la densité de buttes d'igname à la récolte est élevée et plus une quantité importante de tubercules serait produite. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### CDENS\_r

La variable CDENS\_r est le carré de la DENS\_r à la récolte. Il est inclus dans le but de décrire la relation parabolique entre le rendement de l'igname et composante de rendement et la densité de la culture à la récolte. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### T\_BUT

La variable T\_BUT est la taille moyenne des buttes (en mètre) de la parcelle d'igname. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### E\_sol

La variable E\_sol est l'emprise de sol ou grosseur des buttes d'igname confectionnées (en m<sup>2</sup>). Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### POSIPAR

La variable POSIPAR indique la position de la parcelle d'igname située soit en haut de pente, sur un plateau ou en bas de pente dans un bas-fond.

#### N\_sarc

La variable N\_sarc est le nombre de sarclage de la parcelle d'igname. La compétition des adventices serait réduite sur les parcelles d'igname bien entretenues; ce qui améliorerait le rendement d'igname. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### D\_sarc1

La variable D\_sarc1 est le nombre de jours entre la plantation des semenceaux et le premier sarclage.

#### D\_sarc2

La variable D\_sarc2 est le nombre de jours entre la plantation des semenceaux et le deuxième sarclage.

#### D\_sarc3

La variable D\_sarc3 est le nombre de jours entre la plantation des semenceaux et le troisième sarclage.

#### D\_sarc4

La variable D\_sarc4 est le nombre de jours entre la plantation des semenceaux et le quatrième sarclage.

#### D\_rec1

La variable D\_rec1 est la date de la 1<sup>ère</sup> récolte pour les variétés précoces de la parcelle d'igname.

#### D\_rec2

La variable D\_rec2 est la date de la 2<sup>ème</sup> récolte pour les variétés précoces de la parcelle d'igname.

#### D\_recu

La variable D\_recu est la date de la récolte unique pour les variétés tardives de la parcelle d'igname.

#### INCI\_veg

La variable INCI\_veg est l'incidence des maladies et ravageurs invertébrés au stade végétatif. Plus cette incidence est élevée et plus le rendement serait affecté. Cette variable est supposée négativement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### INCI\_rec

La variable INCI\_rec est l'incidence des maladies et ravageurs invertébrés à la récolte. Plus cette incidence est élevée et plus le rendement serait affecté. Cette variable est supposée négativement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### ORIGIN

La variable ORIGIN est une variable binaire qui désigne l'origine du producteur. Elle exprime le statut social de l'exploitant. L'emprunt est souvent pratiqué par les

allochtones. Aussi la libre installation contre une redevance forfaitaire reste-t-elle toujours d'actualité à cause de la disponibilité des réserves de terre dans la région centrale du Bénin. Cette variable prend la valeur 1 si l'exploitant est autochtone et 0 sinon.

#### SEX

La variable SEX désigne le genre. Plusieurs études ont révélé la discrimination à l'endroit des femmes en matière d'accès à la ressource foncière (Maliki et *al.*, 2000a ; Maliki et *al.*, 2000b ; Adesina et *al.*, 2000 ; Bamire et *al.*, 2002 ; Adégbola et *al.*, 2004). Le plus souvent, les femmes exploitent des lopins de terres généralement pauvres acquis auprès de leur mari sous forme de don. Le statut foncier défavorable des femmes serait préjudiciable à la production d'igname exigeante en terre fertile. Le statut foncier des hommes régi par un système patrilinéaire d'attribution des terres est plutôt favorable. En outre, l'igname est exigeante en énergie humaine surtout pour les travaux de défrichement et confection des buttes qui sont l'apanage des hommes. Le SEX est une variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le producteur est un homme et 0 sinon.

#### ETHN

La variable ETHN désigne l'ethnie du producteur. Les itinéraires techniques diffèrent en fonction des origines ethniques et des objectifs de production. Par exemple, les grosses buttes d'ignames sont confectionnées à Toui gare particulièrement par les ressortissants venus de la Donga ou de l'Atacora (Yoom, Wama, Ditamari, Berba etc.). Les buttes moyennes ou de petites tailles sont pratiquées par les Nago, les Fon, etc.

#### AGE

La variable AGE désigne l'âge du producteur exprimé en nombre d'années.

#### NIVINST

La variable NIVINST désigne le niveau d'instruction du producteur. C'est une variable binaire qui prend la valeur 1, si le producteur a suivi au moins 6 ans d'éducation formelle et 0 sinon.

#### EXPE

La variable EXPE désigne le nombre d'années d'expérience du producteur dans la production d'igname. Cette variable est supposée positivement corrélée au rendement et composante de rendement d'igname.

#### TAIMEN

La variable TAIMEN désigne la taille du ménage du producteur. Plus la taille de ménage est élevée ( $\geq 8$  personnes) plus le chef de ménage se montrerait beaucoup plus favorable aux systèmes de production susceptibles d'accroître la production d'igname afin de garantir la sécurité alimentaire de son ménage. Un signe positif est donc à espérer.

#### MEMACT

La variable MEMACT désigne la disponibilité en main d'œuvre au sein du ménage. Les ménages à actif agricole relativement élevé ( $\geq 4$  personnes) adopteraient des

pratiques susceptibles d'accroître la production d'igname afin de garantir la sécurité alimentaire de son ménage. Un signe positif est donc à espérer.

#### MODAC

La variable MODAC désigne le mode d'acquisition de la parcelle d'igname. C'est une variable binaire qui prend la valeur 1, si l'exploitant est propriétaire terrien et 0 sinon.

#### SUPT\_cult

La variable SUPT\_cult désigne la superficie totale cultivée en ha.

#### SUPT\_igna

La variable SUPT\_igna désigne la superficie totale de l'exploitant en igname en ha.

#### SUPT\_jach

La variable SUPT\_jach désigne la superficie totale de l'exploitant en igname en ha.

#### DISTANC\_pm

La variable DISTANC\_pm désigne la distance qui sépare la parcelle d'igname du ménage du producteur.

#### NIVMAT

La variable NIVMAT désigne le niveau de matériel agricole du ménage (nombre de coupe-coupe, houe/dabas, charrue, etc.).

#### CAPITAL

La variable CAPITAL désigne le niveau annuel moyen de revenu en FCFA.

#### NIVCHEP

La variable NIVCHEP désigne le niveau du cheptel (nombre d'ovins, bovins, caprins et porcins).

#### MEMB

La variable MEMB est binaire. Elle prend la valeur 1 si le producteur est membre d'une association paysanne et 0 sinon.

#### CONTACT

La variable CONTACT désigne le contact du producteur avec les agents de changement pour l'igname (chercheur, vulgarisateur,...). Elle prend la valeur 1 si l'exploitant noue des contacts avec les structures externes (au moins un contact par mois), et 0 sinon.

#### CREDIT

La variable CREDIT désigne l'octroi de crédit pour la production d'ignames/transformation. Les petits paysans sont souvent confrontés au problème de liquidité; ceci limite les investissements dans l'acquisition d'intrants (semenceaux d'igname,...) et la conduite des activités agricoles surtout en début de campagne. L'accès au crédit peut lever cette contrainte et contribuer à l'adoption des systèmes de cultures améliorés pour une meilleure production. Cette variable prend la valeur 1 si l'exploitant a accès au crédit, et 0 sinon.

#### INTRANT

La variable INTRANT désigne l'accès du producteur aux intrants (semenceaux d'igname, engrais,...). Cette variable prend la valeur 1 si l'exploitant a accès au crédit, et 0 sinon.

#### MOVENTE

La variable MOVENTE désigne le mode de vente dominant des ignames (1= Vente bord champ ; 2= Vente au village ; 3=vente au marché local ; 4= Vente au marché Glazoué).

#### PRIX\_V

La variable PRIX\_V désigne le prix de Vente du kg d'igname en FCFA.

#### MAINOS

La variable MAINOS désigne l'effectif de la main-d'œuvre salariée recrutée pour la campagne agricole.

#### ENTRA

La variable ENTRA désigne l'effectif de la main-d'œuvre d'entraide pour la campagne agricole.

#### VENDMA

La variable VENDMA est binaire et désigne la vente de la main d'œuvre par l'exploitant. Elle prend la valeur 1 si le producteur vend sa force de travail et 0 sinon.

#### VARIGN

La variable VARIGN désigne la variété d'igname. Les études ont révélé une corrélation entre la production et la variété d'igname.

#### ASSOCI

La variable ASSOCI est binaire et désigne l'association de l'igname avec d'autres cultures vivrières. Elle prend la valeur 1 si l'igname est associée à une ou plusieurs cultures vivrières au champ et 0 sinon.

#### NBASS

La variable NBASS désigne le Nombre de cultures associées à l'igname au champ.

#### FORMAT

La variable FORMAT est binaire et désigne la participation du producteur à un atelier de formation sur les systèmes améliorés de production à base d'igname. Elle prend la valeur 1 si le producteur a participé à une formation sur les technologies de production d'igname et 0 sinon.

#### ESSAI

La variable ESSAI est binaire et désigne la participation du producteur à un essai sur les systèmes améliorés de production à base d'igname avant son adoption. Elle prend la valeur 1 si le producteur a participé à un essai sur les technologies de production d'igname et 0 sinon.

#### RESTITU

La variable RESTITU est binaire et désigne la participation du producteur à une réunion de restitution villageoise sur les résultats de recherche relatifs aux systèmes



de production à base d'igname. Elle prend la valeur 1 si le producteur a participé à une réunion de restitution villageoise et 0 sinon.

#### CONNAIS

La variable CONNAIS est binaire et désigne la connaissance du producteur sur l'itinéraire technique des systèmes améliorés de production à base d'igname. Elle prend la valeur 1 si le producteur s'est approprié de la technologie et 0 sinon.

#### 7.1.2.4. Analyse statistique et économique

Il sera utilisé:

- le modèle linéaire généralisé (General Linear model) pour l'analyse de la variance des effets et des interactions (test de normalité et d'homogénéité des variances, ANOVA).
- le SPSS pour l'analyse des principaux déterminants de rendement et composantes de rendement, l'analyse de l'optimum agronomique et efficience économique.
- L'élasticité de la variable dépendante en relation avec la variable explicative pour l'analyse de changement production d'igname pour un changement marginal des variables explicatives.

L'analyse sera conduite à deux niveaux: au niveau micro (parcellaire) et méso (exploitation agricole).

La régression multiple sera utilisée pour identifier les variables explicatives qui influent sur le rendement de l'igname en tonnes de matière fraîche et matière sèche par hectare (variable expliquée) au champ de différents producteurs et sur différents sites. La corrélation entre les variables indépendantes doit être faible ou inexistante sera estimée. Pour juger de la pertinence du modèle, la valeur, le signe et le niveau de signification des paramètres indépendants seront pris en compte. Le coefficient de détermination multiple  $R^2$  ajusté indiquant le pourcentage de variation de la variable expliquée par les variables explicatives retenues sera évalué. Les transformations sous forme quadratique des variables indépendantes et les interactions multiples à différents niveaux entre différentes variables indépendantes, les calculs d'élasticité, seront prises en compte pour la détermination des effets agronomiques et économiques d'allocation optimale de ces variables.

#### 7.2. Evaluation de l'effet des plantes améliorantes/extraits aqueux sur l'incidence des maladies et ravageurs des ignames *Dioscorea spp.*

Pour améliorer la production d'igname, les travaux de recherche ont porté, entre autres, sur les systèmes intégrant la rotation des légumineuses herbacées et arbustives. Des études ont montré l'effet positif des dispositifs culturels à base de légumineuses arbustives (*Gliricidia sepium*,..) et herbacées (*Aeschynomene histrix*,..) sur la production de l'igname (Toukourou et Maliki, 2003, Maliki et al., 2003, Maliki, 2006, Maliki et al., 2007a, Maliki et al., 2007b).

Parmi les dégâts dus aux maladies et ravageurs, en culture d'igname, ceux occasionnés par les nématodes viennent en tête avec plus de 50 % de fréquence, suivis de ceux provoqués par les virus (environ 25 %), les champignons (environ 10 %) et les insectes (presque 10 %) (Dansi et *al.*, 2003). Dans le domaine des techniques de stockage, Dansi et *al.* (2003) ont rapporté que les méthodes traditionnelles de conservation des ignames utilisées par les paysans au Bénin sont, par ordre d'importance: la conservation en tas au champs (pratiquée par 65 % des paysans interrogés), la conservation en buttes (19 %), en paillottes (14 %), en fosses (1,5 %) et sur plates-formes (0,5 %). Les paysans pensent que ces techniques de conservation méritent d'être améliorées. En effet, parmi les problèmes rencontrés au stockage, il a été révélé des attaques de cochenille, d'insectes forreurs de chair et des attaques de rongeurs surtout sur les secondes récoltes et les récoltes de variétés tardives. L'étude a révélé également que les variétés tardives présentent de meilleurs aptitudes à la conservation (Dansi et *al.*, 2003).

La mosaïque de l'igname (yam mosaïc) est causée par un potyvirus transmissible par le tubercule et le puceron *Aphis gossypii*. Elle provoque des symptômes (chlorose, malformation, distorsion, etc.) très variables en fonction de l'état physiologique de la plante. Les dégâts de mosaïques sont réputés plus graves sur *D. cayenensis*, mais ils peuvent également entraîner des pertes de rendements chez les *D. alata* comme chez les variétés Florido. Du fait de la multiplication végétative, les maladies virales sont multipliées à chaque culture et certains cultivars, totalement virosés peuvent disparaître. Leur incidence constitue donc une menace pour la culture de l'igname. D'où la nécessité d'adopter des mesures de protection sanitaires (marquage et élimination systématiques des plants virosés, utilisation des variétés résistantes, rotation culturale (Zohouri, 1997). Le champignon *Corticium rolfsii* est à l'origine de tâches brunes à cendre clair présentant une alternance de zones concentriques claires et sombres. Il est facilement identifiable sur le terrain par un mycélium blanc et des sclérotés. Ce champignon peut également attaquer le collet et entraîner un flétrissement généralisé et la mort de la plante (Nwankiti et Arene, 1978; Nandris et *al.*, 1989). Les nématodes sont à l'origine de dégâts importants sur les plants et tubercules de l'igname. Les attaques les plus fréquentes observées au champ sont causées par *Meloidogyne sp.*, entraînant un ralentissement de la croissance et une baisse de rendement. Les pourritures fongiques des tubercules sont généralement sèches ou molles selon les parasites, mais les frontières entre ces 2 types de pourritures sont parfois imprécises, en raison des facteurs de l'environnement et de l'activité des parasites secondaires qui peuvent modifier les symptômes primaires (Babacauch, 1983). De nombreux champignons contribuent à la manifestation des pourritures au nombre de ceux-ci on peut citer les genres *Botryodiplodia*, *Penicellum*, *Fusarium* et *Aspergillus* se révèlent largement répandus et comptent parmi les plus dommageables aux tubercules d'igname (Zohouri, 1997).

En vue de lutter contre la prolifération des nématodes, il a été recommandé de pratiquer une rotation avec les plantes de couverture (Dansi et *al.*, 2003). Les dispositifs améliorés à base de légumineuses herbacées et arbustives pour la sédentarisation de la culture d'igname s'inscrivent dans une dynamique d'assolement rotation afin de rompre le cycle des parasites. L'effet insecticide et insectifuge des feuilles de *Gliricidia sepium* a été révélé sur les cultures (Stoll, 2002). Au Sri Lanka, il a été observé que les dégâts provoqués par les termites étaient relativement limités dans les plantations de thé où le *Gliricidia* était planté en

association. Lorsque les termites ingèrent des extraits aqueux bruts de savonnier des antilles (*Gliricidia*) dans des boîtes de pétri, le taux de mortalité observé était de 78 à 80 %. Le taux de mortalité diminue si l'extrait est dilué dans de l'eau. L'incorporation des feuilles de *Gliricidia* au sol par les agriculteurs de Honduras a révélé des propriétés insectifuge de cette espèce, notamment contre le ver blanc (larve de hanneton). Cette technique présente en outre l'avantage de réduire/supprimer le besoin d'engrais minéraux (Stoll, 2002). Les résultats de test de morceaux d'écorce ou feuilles de *Gliricidia* bouillis dans de l'eau avec une certaine quantité de maïs au Sud du Mexique, au Panama ont révélé des taux de mortalité élevés des rongeurs. Ces derniers en outre ne semblent pas développer de méfiance à l'égard de *Gliricidia* comme c'est souvent le cas avec d'autres rodenticides. Il est scientifiquement prouvé que la coumarine contenue dans le *Gliricidia* se transforme sous l'action des bactéries en dicoumarol qui interfère avec l'activité métabolique de la vitamine K, sa structure étant très similaire. Le dicoumarol agit comme anticoagulant et provoque des hémorragies internes. Quelques jours après ingestion des hémorragies mortelles se produisent. Des études ont montré que la consommation, trois fois par jour pendant 6 jours, de 1,5 g de feuilles fermentées entraînait des manifestations hémorragiques au niveau des intestins, des poumons et de la rate des rongeurs. Toutefois, les feuilles non soumises à l'action des bactéries ne provoquent aucun de ces effets (Stoll, 2002).

Le tuteurage dans le dispositif agroforestier et la biomasse sèche entre les buttes protègent la culture contre le rechauffement du sol (Maliki, 2006). Zohouri. (1997) a révélé que les attaques les plus accentuées s'observent souvent dans les parcelles non tuteurées, car les feuilles d'ignames en contact avec le sol constituent une importante source d'inoculum.

Dans cette perspective, des dispositifs améliorés de stockage d'igname (grange, hutte élevée) ont été mis au point par la recherche pour les producteurs afin de permettre une bonne aération et une réduction des pertes dues aux attaques des maladies et ravageurs d'ignames dans les systèmes traditionnels de stockage (Bell et al., 2000; Maliki et al., 2006).

Cependant, l'effet des systèmes améliorés de production à base de plantes améliorantes et ou d'extrait aqueux sur le contrôle des maladies et ravageurs de l'igname reste peu connu. La présente étude s'inscrit dans ce cadre et apportera des éléments de réponse sur les conditions d'une production d'ignames de qualité adaptée au marché.

#### **7.2.1. Objectifs spécifiques**

- Evaluer l'incidence des maladies et ravageurs d'igname dans les systèmes traditionnels et améliorés à base de légumineuse herbacée et arbustive;
- Evaluer l'incidence des maladies et ravageurs dans les systèmes traditionnels de stockage d'igname et améliorés (avec extraits aqueux).

## 7.2.2. Approche méthodologique

### 7.2.2.1. Dispositifs expérimentaux au stade végétatif

Les dispositifs expérimentaux au stade végétatif sont consignés dans les tableaux 5 et 6. Deux systèmes améliorés de production d'igname sont considérés pour les campagnes agricoles 2008-2009 et 2009-2010.

- igname sur précédent *Aeschynomene histrix*
- igname sur précédent *Aeschynomene histrix* et *Gliricidia sepium*

### 7.2.2.2. Dispositif expérimental en post-récolte

Le tableau 9 indique le dispositif adopté pour la phase post- récolte au cours de la campagne 2008-2009. Il sera reconduit au cours de la campagne 2009-2010.

Tableau 9: Modèles ANOVA pour les dispositifs expérimentaux au cours de la campagne (2008-2009)

N°	Modèle	Facteur	Type	Niveau	Valeur
1	Partiellement hiérarchisé	Variété	Fixe	4	Kokoro, Florido, Gangni, TDR 95/18544
		Bloc	Aléatoire	2	Rep1; Rep2
		Traitement	Fixe	4	C_Stock+E ; G_Stock+E; C_Stock-E et G_Stock-E

C\_Stock+E: Stockage des tubercules en tas au champ avec extrait aqueux de *Gliricidia*; G\_Stock+E: Stockage des tubercules en tas dans une grange avec extrait aqueux de *Gliricidia*; C\_Stock-E: Stockage des tubercules en tas au champ sans extrait aqueux de *Gliricidia*; G\_Stock-E: Stockage des tubercules en tas dans une grange à Miniffi sans extrait aqueux de *Gliricidia*;

Pour favoriser un effet insecticide, insectifuge et l'activité fongicide, les tas d'igname dans le dispositif amélioré seront traités avec l'extrait aqueux de feuilles de *Gliricidia sepium* mélangé avec la pâte de savon pour favoriser une bonne adhérence du produit sur les tubercules. Les feuilles de l'essence seront broyées finement et pressées pour obtenir le jus à travers une toile. Le filtrat ainsi obtenu sera recueilli dans une bouteille et laisser reposer à l'ombre dans un endroit frais pendant trois semaines. Avant l'application hebdomadaire sur les tas, le liquide sera dilué avec de l'eau dans un rapport 1:10.

Dans le but d'induire un effet rodenticide, le traitement aqueux sera couplé avec un substrat. Il sera obtenu en utilisant quelques quatre morceaux d'écorce de *Gliricidia sepium* qui seront bouillis avec quelques grains de maïs (500 g). Les grains de maïs mélangés à la pâte obtenue après écrasement de 50 % des grains seront éparpillés au niveau des tas d'igname en phase post-récolte pour servir d'appât aux rongeurs et termites.

### 7.2.2.3. Observations et mesures

Pour l'évaluation de l'incidence des maladies et ravageurs invertébrés au stade végétatif, elle se fait sur la base d'une observation visuelle simple pour apprécier les types d'attaque. Elle est déterminée sur une surface de 100 m<sup>2</sup> répétée quatre fois à l'intérieur de la parcelle. Le nombre de plants infecté par les virus (Chlorose et mosaïques, lacets de chaussures, ...) et pathogènes (argentures, corticium,...) a été évalué.

Elle a été exprimée en pourcentage et correspond à:

$$I = \frac{(\text{Nombre de tubercules attaqués}) \times 100}{\text{Nombre de tubercules total de la parcelle utile}}$$

L'incidence due aux maladies et ravageurs invertébrés a été appréciée selon la grille de notation suivante:

- 0: pas de symptôme sur le plant
- 1: attaque légère
- 2: attaques à 50%
- 3: plant entièrement attaqué

Les observations ont été effectuées 3 mois après germination des semenceaux et tous les 45 jours pour apprécier la dynamique d'attaques au stade végétatif.

- Pour l'évaluation de l'incidence des maladies et ravageurs invertébrés à la récolte, elle a été faite également sur la base d'une observation visuelle simple pour apprécier les types d'attaques. Elle a été déterminée sur une surface de 100 m<sup>2</sup> répétée quatre fois à l'intérieur de la parcelle. Sur chaque surface utile, les attaques par les nématodes (à galles, à crevasses, ...), les cochenilles (cochenille farineuse, cochenille encroûtante, mycelium) et les pourritures (pourriture sèche et molle, pourriture humide) ont été évaluées.

L'incidence due aux maladies et ravageurs invertébrés a été évaluée en considérant la grille de notation suivante:

- 0: pas de symptôme
- 1: attaque légère
- 2: attaques à 50%
- 3: tubercule entièrement attaqué

Pour l'évaluation de l'incidence des maladies et ravageurs invertébrés au stockage, elle sera réalisée sur les tubercules en stock dans les dispositifs améliorés (la grange) et traditionnels de stockage. Une grange est une structure améliorée de stockage des tubercules d'igname mis au point par la recherche agronomique. Elle présente une toiture en paille ou en tuile, un mur grillagé disposé suivant la direction du vent dominant et sous abri (arbre). Ce qui permet une bonne aération à l'intérieur de la structure. La grange est munie aussi d'étagères sur lesquelles les tubercules d'ignames sont rangés. Le nombre de tubercules infecté par variété et par précédents culturaux sera évalué tous les 45 jours après récolte en fin de campagne pour apprécier la dynamique des attaques au stade de stockage. Les observations vont porter également sur les nématodes (à galles, à crevasses, ...), les cochenilles (cochenille farineuse, cochenille encroûtante), mycelium et les pourritures (pourriture sèches et molles, pourriture humides). La grille de notation des incidences se présente également comme suit :

- 0: pas de symptôme
- 1: attaque légère
- 2: attaques à 50%
- 3: tubercule entièrement attaqué

Les fiches de suivi ont été conçues (annexes 7-9).

#### 7.2.2.4. Analyse statistique

Il sera utilisé le modèle linéaire généralisé (General Linear model) pour l'analyse de la variance (test de normalité et d'homogénéité des variances, ANOVA).

#### 7.3. Evaluation de l'effet de compétition ou complémentarité écologique dans le système de production d'igname en association avec le *Gliricidia sepium*

Dans l'optique de contribuer à une bonne gestion des sols, plusieurs travaux de recherche ont été conduits sur les technologies à base des légumineuses arbustives et/ou herbacées pour la production d'igname. Dans les années 1980, l'IITA en particulier consacra beaucoup d'efforts aux systèmes de cultures en couloirs (alley cropping systems) où la jachère naturelle est remplacée par une jachère plantée et simultanée, associée aux cultures. Le système est du reste dérivé d'un système de culture autochtone Nigérian développé par des producteurs d'igname. Ceux-ci défrichent de façon sélective et laissent dans leurs champs cultivés des plants d'*Acioa barteri* qui assurent une double fonction de tuteurs et de producteurs de biomasse (Floquet et al., 2001).

Le système de culture en couloirs avec le *Gliricidia* a fait objet de recherche en Côte d'Ivoire (Budelman, 1991) et à l'IITA. Le système igname *Gliricidia* a fait également objet d'étude à la Recherche-Développement de l'INRAB et à UNIHO dans les savanes du Bénin quelques années plus tard (Akakpo et al., 1998, Floquet et al., 1998).

Toutefois, les résultats insatisfaisants, pour ne pas dire l'échec de l'agriculture en couloirs ont été attribués pour une large part aux erreurs de conception des essais. La préoccupation des chercheurs a été en général le rendement (Adegbola et Vlaar., 1998). Ainsi, l'interface arbustes-cultures appropriée n'est pas souvent prise en compte dans ces essais. La compétition racinaire est perçue sans qu'on se soucie d'étudier le phénomène. L'arrangement spatial de même que les assiettes radiculaires des arbustes et des cultures annuelles qui leur sont associés ne sont pas étudiés (Adegbola et al., 1998).

Dans le souci de réduire l'effet de compétition dans les dispositifs agroforestiers, la recherche a mis au point des techniques de production sédentarisées à base d'igname intégrant les légumineuses herbacées (*Aeschynomène histrix*, *Mucuna pruriens*,...) et/ou arbustives ) à écartement lâche (*Gliricidia sepium*, *Moringa oleifera*,...) (Toukourou et Maliki, 2003 ; Maliki, 2006).

La motivation pour cette étude est d'analyser les phénomènes de concurrence ou de synergie entre arbustes et la culture d'igname. La combinaison essences ligneuses et cultures vivrières a non seulement des conséquences écologiques (apport de fertilisant organique) mais aussi de compétition (concurrence pour la lumière et les éléments nutritifs) (Torquebiau, 1996). En d'autres mots l'étude se préoccupe d'améliorer la connaissance à avoir des phénomènes de compétition ou de complémentarité écologique en agroforesterie.

### 7.3.1. Objectifs spécifiques

- Evaluer l'effet de compétition ou de complémentarité écologique entre arbustes de *Gliricidia* et l'igname sur des surfaces de buttes consécutives;
- Estimer la perte ou le gain de rendement d'igname induit sur les surfaces de buttes consécutives dans le dispositif agroforestier à base de *Gliricidia*;

### 7.3.2. Approche méthodologique

Les dispositifs agroforestiers considérés sont des modèles partiellement hiérarchisés à 5 facteurs pour les campagnes 2008-2009 et 2009-2010 (tableaux 5 et 10 respectivement):

Tableau 10: Modèles ANOVA pour le dispositif expérimental au cours de la campagne (2009-2010)

N°	Modèle	Facteur	Type	Niveau	Valeur
1	Partiellement hiérarchisé	Producteur(site)	Aléatoire	18	P1; P2; P3.....P18
		Variété	Fixe	4	Kokoro, Florido, Gangni, Eflou
		Bloc	Aléatoire	4	Rep1; Rep2; Rep3; Rep4
		site	Fixe	6	Gbanlin, Ouessè, Attata, Akpéro, Miniffi et Gomè
		Traitement	Fixe	2	Aeschynomene+ <i>Gliricidia</i> ; Témoin

### 7.3.3. Observations et mesures

Pour chaque dispositif agroforestier à base de *Gliricidia sepium*, et sur les surfaces consécutives de buttes d'igname (de longueur L et de largeur 1 m) entre les arbustes, il sera évalué le rendement de la culture d'igname (t/ha de matière fraîche) et le rendement de la culture pure hors du dispositif agroforestier (témoin).

### 7.3.4. Analyse statistique

L'augmentation ou la perte de rendement d'une culture associée (igname) sur les surfaces consécutives par rapport au rendement de la culture pure (exprimée en pourcentage) constitue l'effet de complémentarité écologique ou de compétition entre arbustes plantés et culture associée (igname) (Maliki et *al.*, 2003).

Il sera utilisé le modèle linéaire généralisé (General Linear model) pour l'analyse de la variance des rendements (test de normalité et d'homogénéité des variances, ANOVA).

## 7.4. Evaluation de l'effet de la jachère plantée et plante de couverture sur les besoins et profils de la main d'oeuvre dans les systèmes de production à base d'igname

La motivation pour cette étude réside dans le fait les travaux de recherche sur les besoins et profils en main d'œuvre dans les systèmes améliorés de production d'igname à base de jachère plantée et plante de couverture restent peu connus. D'ordinaire le paysan éprouve un sentiment de rejet pour une technologie qui demande un surplus de travail important, surtout lorsque les activités liées à la technologie entrent en conflit avec les systèmes locaux de production. La présente étude s'inscrit dans ce cadre et vise l'analyse de la disponibilité et des besoins en

main d'oeuvre dans les systèmes améliorés et locaux de production à base d'igname.

#### **7.4.1. Objectifs spécifiques**

- Evaluer la disponibilité en main d'oeuvre dans les systèmes d'exploitation à base d'igname;
- Evaluer les besoins en main d'oeuvre des systèmes améliorés et locaux de production à base d'igname;
- Etablir le profil de la main d'oeuvre des systèmes améliorés et locaux

#### **7.4.2. Approche méthodologique**

Il sera procédé à l'évaluation de la disponibilité et du besoin en main d'oeuvre des systèmes de production à base d'igname selon les types d'exploitation.

Les dispositifs expérimentaux adoptés pour les campagnes agricoles 2008-2009 et 2009-2010 se réfèrent aux tableaux 5 et 6.

##### **• La main-d'oeuvre disponible**

Sur la base d'une typologie à dire d'acteurs, trois catégories de producteurs sont identifiées dont les profils varient d'un village à un autre: gros producteurs (généralement les nantis); producteurs moyens (niveau de prospérité moyen); petits producteurs (niveau de prospérité faible)

L'évaluation de la disponibilité en main d'oeuvre a porté sur les exploitations à base d'igname des différentes catégories de producteurs.

Pour déterminer la quantité de main d'oeuvre disponible durant une campagne agricole, il a été considéré le nombre d'actifs par exploitation, le temps de travail disponible par actif et par jour, et le nombre de jours de travail disponible pendant la saison agricole en homme-jour. Le modèle prend en compte l'ensemble de la main-d'oeuvre familiale (homme, femme, enfant) et le nombre d'actifs par type d'exploitation. Un coefficient a été introduit pour prendre en compte l'efficacité de l'utilisation de la main-d'oeuvre. Ceci permet de soustraire du temps disponible les jours de voyages, des retards, des maladies et les diverses occupations d'ordre social et scolaire. On suppose également que les hommes, les femmes et les enfants n'ont pas les mêmes capacités de travail. Les facteurs de correction suivants ont été considérés pour prendre en compte la variation de l'efficacité dans le travail entre les hommes, les femmes et les enfants (0,9 ; 0,8 et 0,5 ou 0,3 respectivement). En outre nous supposons que la quantité de main-d'oeuvre disponible peut changer à certaines périodes de la campagne. Ce qui permet de faire recours à l'utilisation de la main-d'oeuvre agricole salariée et à des formes d'entraide. Ainsi, il a été considéré aussi la main-d'oeuvre salariée (en jour de travail) utilisée par le ménage.



- **Besoins en main d'œuvre**

La main-d'œuvre requise dans les systèmes améliorés et locaux et pour chaque période a été évaluée. La main-d'œuvre requise est le temps nécessaire pour la réalisation entière des opérations culturales dans les systèmes locaux et améliorés à base d'igname pour une campagne agricole. La stratégie et les moyens de production de l'exploitant détermineraient l'importance de la main-d'œuvre à mobiliser dans les systèmes locaux et améliorés à base d'igname. On suppose que les besoins de main-d'œuvre sont identiques entre les cultures « pures » et les cultures associées.

#### **7.4.3. Analyse socio-économique**

Il sera procédé à une analyse du gap entre la disponibilité de la main d'œuvre par type d'exploitation à base d'igname et les besoins en main d'œuvre générés par les technologies.

#### **7.5. Evaluation de l'effet de la jachère plantée et la plante de couverture sur la productivité de la terre, de la main d'œuvre et du capital dans les systèmes de production à base d'igname**

L'évaluation des performances des systèmes de production améliorés à base d'igname est renseignée aussi bien par les paramètres agronomiques qu'économiques. La connaissance de la rentabilité économique des technologies constitue un élément important dans le cadre du processus décisionnel de transfert des systèmes innovants aux producteurs.

L'effet de la jachère plantée et la plante de couverture sur la productivité de la terre, de la main d'œuvre et du capital dans les systèmes de production à base d'igname reste peu connu.

##### **7.5.1. Objectif spécifique**

- Evaluer la rentabilité économique des systèmes améliorés de production d'igname.

##### **7.5.2. Approche méthodologique**

Les dispositifs expérimentaux retenus pour cette évaluation pour les campagnes agricoles 2008-2009 et 2009-2010 sont consignés dans les tableaux 1 et 2.

L'évaluation économique sera établie sur un horizon de planification de 5 ans pour la production d'igname dans une rotation de culture avec *Aeschynomene histrix* et *Gliricidia sepium* et sur 2 ans pour la légumineuse herbacée (*Aeschynomene histrix*). Elle met en relief les produits et les charges opérationnelles (intrants et les travaux

champêtres). Elle compare les valeurs actualisées de la pratique améliorée à ceux des pratiques locales de sédentarisation de la culture d'igname.

Les indicateurs économiques suivants seront pris en compte dans l'analyse des données:

- Le produit brut annuel moyen prend en compte la valeur monétaire des vivriers et du bois (cas particulier des systèmes agroforestiers) (A);
- La charge des intrants concerne l'achat des semences et engrais (B) ;
- Les charges relatives aux travaux champêtres concernent les travaux de défrichement/fauchage, incinération, buttage, sarclage, coupes des arbustes, récolte (C) ;
- Marge brute annuelle moyenne= (A)-(B);
- Productivité de la terre= Marge nette des systèmes/ha = (A)-(B)- (C);
- Productivité du travail familial=Revenu de la terre/HJ;
- Revenu du capital= Valeur Actualisée nette (VAN);
- Indicateur de la rentabilité des investissements (Produit brut/coût variable).

Le système agroforestier (système pluriannuel) présente souvent des charges en début de cycle et des produits en fin de cycle. Or les producteurs ont une préférence pour des bénéfices immédiats par rapport à des bénéfices différés, donc additionner des coûts et bénéfices des années 1, 2, ... n sans correctif ne reflète pas la prise de décision paysanne. Pour ce faire, pour le calcul de la valeur nette actualisée, on dévaluera les bénéfices futurs par rapport aux bénéfices immédiats en se disant que si on avait un bénéfice aujourd'hui, il serait immédiatement investi et générerait des revenus additionnels (intérêts sur capital) pour le producteur.

La valeur nette actualisée est donnée par la formule suivante:

$$VAN = \sum \frac{R_n}{(1+r)^n} - \sum \frac{D_n}{(1+r)^n}$$

VAN = Valeur nette actualisée

$R_n$  = Revenus additionnels de l'année n

$D_n$  = Dépenses additionnelles de l'année n

r = taux d'actualisation

Pour les calculs des VAN, divers scénarii sont considérés pour divers taux d'actualisation (0%, 3 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, 35 %, 45 %, 50 %).

Il sera pris en compte les hypothèses maximales (travail coût salarié) et minimales (travail coût nul) de la main d'œuvre familiale. Le taux d'actualisation 3 % représente le taux d'intérêt sur capital investi appliqué par la CLCAM.

## **7.6. Evaluation de l'efficience d'utilisation du rayonnement utile à la photosynthèse dans le système de production d'igname à base de jachère plantée et plante de couverture**

La plante pour sa croissance et son développement mobilise les ressources disponibles dont l'eau, les éléments minéraux et la lumière. Dans les dispositifs de sédentarisation de la culture d'igname, les plantes de couverture (*Aeschynomene histrix*) et Jachère plantée (*Gliricidia sepium*) sont utilisées. Les arbustes de *Gliricidia* sont coupés à environ 2 mètres du sol suivis d'élagages, servant de tuteurs vivants.

Le but visé est d'améliorer l'activité photosynthétique, l'accumulation des réserves nutritifs au profit de la culture sous l'effet de l'énergie rayonnante (Maliki, 2006).

L'énergie solaire interceptée par la couverture végétale est pour une bonne part transformée en chaleur et provoque l'apparition des flux de chaleur sensible et latente au dessus de la surface du sol (Aho, 1991). Ces divers flux contribueraient à créer un micro climat radiatif et thermique au sein de l'écosystème agroforestier dont dépendent trois processus: la transpiration (vaporisation de l'eau), la photosynthèse (absorption du CO<sub>2</sub>) et la respiration (échanges gazeux).

De nombreux modèles de productivité d'un couvert végétal sont fondés sur l'existence d'une relation linéaire stable pour un type métabolique donné, C3 ou C4, entre la production de matière sèche aérienne (ex. les céréales) et le rayonnement intercepté par la culture en conditions non limitantes (Monteith, 1977). Cependant, les modèles de productivité sur les plantes à racine et tubercule dont notamment l'igname restent peu connus.

La motivation pour cette étude réside dans la connaissance de l'efficacité d'utilisation de la lumière dans le système de production d'igname à base de plante de couverture et jachère plantée. L'efficacité avec laquelle la lumière est utilisée par la culture durant son cycle cultural pour une meilleure assimilation du CO<sub>2</sub> et en définitive pour une amélioration de la production des substances de réserve et d'igname dépendrait de l'état de croissance et de développement de la plante, des caractéristiques pédo-climatiques au moment de la mesure (température, condition hydrique,...) et de gestion (pratiques culturales).

#### **7.6.1. Objectifs spécifiques**

- Evaluer le bilan radiatif dans les systèmes améliorés et locaux;
- Estimer l'efficacité de l'interception du couvert végétal dans les systèmes améliorés et locaux.

#### **7.6.2. Approche méthodologique**

Les différents termes du bilan radiatif seront mesurés au niveau de chaque dispositif agroforestier à base de *Gliricidia* associé à l'igname au cours des campagnes 2008-2009 et 2009-2010 (cf. tableaux 1 et 2 respectivement). D'une part, dans la gamme du rayonnement solaire (400-2400 nm) exprimée en énergie et d'autre part pour le rayonnement photosynthétiquement actif (400-700 nm) exprimé en flux de photons, à l'aide des capteurs suivants (Gosse et *al.*, 1982 ; Allirand et *al.*, 1998):

- Pyranomètre KIPP et ZONEN pour l'estimation du rayonnement global incident et réfléchi;
- Pyranomètre linéaire pour le rayonnement global transmis;
- Capteurs LI-COR pour le rayonnement photosynthétiquement actif (visible et réfléchi).

Ces données seront collectées pour une base de temps instantané (environ 40 mn).

L'efficience de l'interception du couvert végétal formé par l'association *Gliricidia sepium* et l'igname qui est le rapport entre le rayonnement visible absorbé et le rayonnement visible incident sera obtenue sur la base des mesures directs du bilan radiatif précédemment évoquées.

### 7.7. Evaluation de l'effet de l'utilisation d'une plante de couverture (*Pueraria phaseoloides*) sur la productivité, la main d'œuvre et le revenu d'un cultivateur d'igname

Un référentiel technico-économique sur la production durable d'igname à l'aide de *Pueraria* à été édité en Bariba, Mahi et Yoruba afin de servir de support à la vulgarisation.

République du Bénin
Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche
Institut National des Recherches Agricoles du Bénin – Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement INRAB, CIRAD ©
<b>Production durable d'igname</b> dans un système de culture de semis direct sur couverture végétale (SCV) de <i>Pueraria</i>
<b>Sustainable Yam Production</b> in a direct seeding mulch-based cover cropping system using <i>Pueraria</i>
<p>Denis CORNET Clément ADIBA Damissi DOUWIROU Firmin AMADJI Isaïe T. ADJÉ Raphiou MALIKI Philippe VERNIER Ousmane Coulibaly</p>
Série 'Nouvelles Techniques'

## **8. Résultat 4 : Des modèles de bilan nutritionnel pour deux systèmes de culture durable à base d'igname sont établis.**

### **8.1. Evaluation de l'effet de la jachère plantée et la plante de couverture sur le bilan des éléments minéraux dans les systèmes de production d'igname**

L'effet des systèmes améliorés de production d'igname à base de légumineuse arbustive et/ou herbacée sur le bilan des éléments nutritifs reste peu connu. La variation de niveau de fertilité s'exprime déjà au niveau du rendement de la culture (Toukourou et Maliki, 2003; Maliki, 2006). Toutefois, pour une bonne comparaison des systèmes innovants avec les systèmes locaux de production d'igname, il est utile de faire une analyse des variations de bilan des éléments minéraux. La présente étude s'inscrit dans ce cadre et apportera la lumière sur la dynamique des éléments minéraux dans les systèmes de production durable à base d'igname.

#### **8.1.1. Objectifs spécifiques**

- Evaluer les apports d'éléments nutritifs dans les systèmes traditionnels et améliorés de production à base d'igname;
- Evaluer les exportations d'éléments nutritifs dans les systèmes traditionnels et améliorés de production à base d'igname;
- Déterminer le bilan des éléments nutritifs dans les systèmes traditionnels et améliorés de production à base d'igname.

#### **8.1.2. Observations et mesures**

##### *Prélèvement et analyse des échantillons de sols*

Il a été procédé au niveau de chaque site aux prélèvements des échantillons composites de sol à différentes profondeurs du sol (0-15 cm et 15-30 cm) au niveau de chaque parcelle avant la mise en place des essais à base d'Aeschynomene et Gliricidia+Aeschynomene. Ces échantillons seront analysés au laboratoire pour déterminer le taux de matière organique, la concentration du sol en N, P et K, le pourcentage du sol en sable, limon et en argile, etc. La même procédure a été adoptée au niveau des systèmes locaux de production sédentarisé à base d'igname.

Enfin de campagne, il sera procédé cette fois-ci au niveau des buttes d'igname à un deuxième et troisième prélèvement respectivement en fin et au début de la campagne agricole prochaine.

##### *Prélèvement et analyse des échantillons foliaires*

Les échantillons foliaires de légumineuses (Aeschynomene, Gliricidia) et de résidus dans les systèmes locaux ont été prélevés au niveau de chaque site. Ces

échantillons seront analysés au laboratoire pour déterminer le taux de matière organique, la concentration en N, P et K.

#### *Prélèvement et analyse des échantillons d'igname*

Les échantillons d'igname sont prélevés dans les systèmes locaux et améliorés au niveau de chaque site. Ces échantillons seront analysés au laboratoire pour déterminer leur concentration en N, P et K

#### **8.1.3. Analyse du bilan**

Il sera procédé à une analyse du budget partiel des éléments minéraux dans les systèmes locaux et améliorés. L'analyse fera ressortir, en outre, le gain relatif d'éléments nutritifs valorisé au coût des fertilisants minéraux les moins coûteux disponibles localement.

### **9. Quelques difficultés rencontrées**

- Dégâts causés par le feu et les bœufs en divagation au niveau de certaines parcelles d'Aeschynomene au cours de la campagne écoulée (photo 5);
- Le retard de pluie en 2009 marqué par les poches de sécheresse a entraîné le retard dans l'installation des parcelles d'Aeschynomene.



Photo 5 : Dégâts causés par le feu de végétation à Assaba (Bantè) en fin 2008

## **10. Résultat 5 : Les attributs du milieu qui déterminent les choix de systèmes de culture et itinéraires techniques à igname (produits issus de la collaboration entre les deux volets) sont identifiés pour la zone agro écologique investiguée**

Les attributs du milieu qui déterminent les choix de systèmes de culture et itinéraires techniques à igname se fondent sur des critères agro-écologiques et socio-économiques.

### **10.1. Objectifs spécifiques**

- Analyser la dynamique des systèmes de production à base d'igname;
- Décrire les itinéraires techniques à base d'igname;
- Etablir le compte d'exploitation des systèmes de culture à base d'igname

### **10.2. Analyse de la dynamique des systèmes de production à base d'igname**

L'analyse de la dynamique des systèmes de production révèle que les systèmes de production au niveau de chaque type dépendent de l'importance des fronts pionniers (inexistant, en cours de saturation, abondant) et de l'ancienneté de l'installation des producteurs (autochtone, installation récente, migrant saisonnier). Par exemple les gros producteurs sont à la conquête de nouvelles friches dans les zones à front pionnier abondant (système itinérant de défriche forestière sur brûlis dégradant l'environnement) où l'igname en tête de rotation est cultivée une seule fois. En situation de recul du front pionnier certains (toute catégorie confondue) interviennent dans les anciennes friches (jachère dégradée), les jachères plantées d'anacardiés et de manguiers, les bas-fonds, etc. En situation d'inexistence du front pionnier, souvent les autochtones migrent en quête de terres propices pour l'igname (ex. cas de migration évoquée de certains producteurs de Magoumi vers Aklankpa, Bantè et Savè) et d'autres (souvent les autochtones) développent des systèmes endogènes de sédentarisation de la culture d'igname sur les terres pauvres à des distances plus ou moins longues des habitations (igname sur igname, maïs-sorgho-igname, légumineuse à graines-igname, riz-igname,... ) avec possibilité de marginalisation de l'igname au profit d'autres spéculations ou activités (cas de l'élevage des petits ruminants ou porcin à Magoumi).

En outre, au niveau du type, les itinéraires techniques diffèrent en fonction des origines ethniques et des objectifs de production. Par exemple les grosses buttes d'ignames sont confectionnées à Toui gare particulièrement par les ressortissants venus de la Donga ou de l'Atacora (Yoom, Wama, Ditamari, Berba etc.) dans les nouvelles friches et aux abords des cours d'eau sur des sols humifères noirâtres très fertiles. Ce système utilise certaines variétés qui donnent de gros tubercules. Les buttes moyennes ou de petites tailles sont pratiquées par les Nago, les Fon, etc.

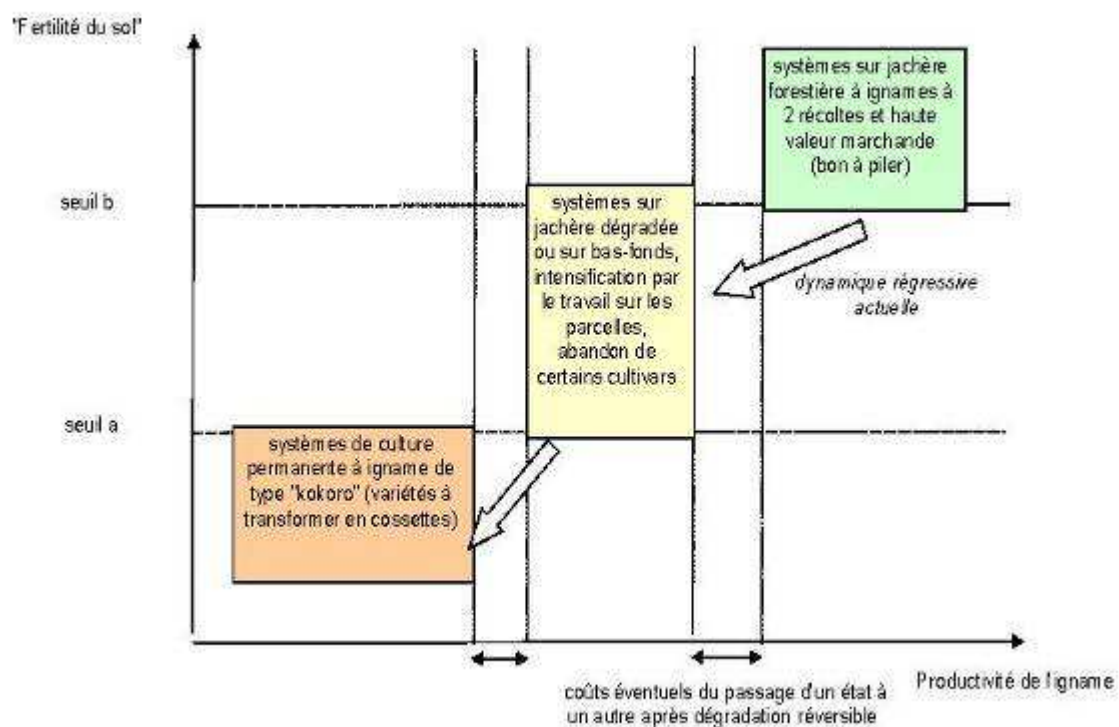


Figure 11 : Schéma simplifié des relations entre « fertilité » des sols et systèmes de culture

Il ressort de cette analyse, une dynamique régressive des systèmes de production d'igname dans les villages enquêtés (figure 11). Sur cette base, principalement quatre systèmes endogènes de production d'igname peuvent être distingués :

- Système de production d'igname sur défriche forestière (zone de front pionnier et d'immigration mais enclavement sur sol humifère noirâtre);
- Système de production d'igname dans la jachère dégradée (Zone de jachère arborée et arbustive dégradée sur sol humifère);
- Système de production d'igname sur les terres marginales (champ de brousse sur terre ferme);
- Système de production d'igname dans les bas-fonds (zone de bas-fonds sur sol hydromorphe).

Au niveau de chaque système de production d'igname susmentionné, des sous-systèmes peuvent être distingués.

- **Village de Gbanlin**

On distingue dans ce village trois grands systèmes de culture à base d'igname :



### Système sur défriche forestière (nouvelle ou ancienne friche)

- le système de culture atacorien qui se pratique sur de grosses buttes. Les producteurs ressortissants des groupes ethniques venus de la Donga ou de l'Aatora (Yoom, Wama, Ditamari, Berba etc.) cultivent l'igname sur des buttes de plus 1m de hauteur avec une emprise de sol de plus de 1,5 m<sup>2</sup>. Ce système utilise certaines variétés qui donnent de gros tubercules mais présente un impact considérable dans la gestion de la fertilité du sol.
- le système de culture de l'igname sur des buttes moyennes. Il est pratiqué par tous producteurs quelques soit leur origine ethnique. Généralement les autochtones réalisent des buttes moyennes sur les nouvelles friches et y plantent des variétés précoces.

### Systèmes de cultures sur les terres marginales.

- le système de culture de l'igname sur de petites buttes. Il est l'apanage des producteurs Mahi (autochtones). Généralement, il se pratique sur les sols appauvris avec de variétés tardives surtout le kokoro.

### Système de culture sur bas-fonds ou sols hydromorphes (variété laboko)

Les principales spéculations agricoles cultivées à Gbanlin sont : le maïs, l'arachide, le manioc, l'igname, le niébé et le soja. Les cultures pérennes sont très largement dominées par les plantations d'anacardiers.

#### • Village de Toui-gare

Trois grands systèmes des cultures à base d'igname sont distingués: le système de défriche forestière (ancienne friche), le système de culture d'igname dans les bas-fonds et le système de culture sur les terres marginales pour l'igname.

Les principales spéculations agricoles cultivées à Toui-gare sont: l'igname, le manioc, le maïs, l'arachide, le niébé et le soja. Les cultures pérennes sont très largement dominées par les plantations d'anacardiers. Malgré la disparition récente du front pionnier et la reprécision des limites de la forêt classée (dans laquelle il est interdit aux producteurs d'installer des champs), le village Toui-gare reste un grenier important de la production d'igname à Kilibo.

Pour choisir les sites de production d'igname, les producteurs de Toui-gare se basent sur deux critères : la nature de la végétation et le type de sols. Par rapport au sol, sa couleur, sa texture et sa structure sont les paramètres observés. Un sol noirâtre avec une structure fragmentaire est plus convenable à la production d'igname. En ce qui concerne la végétation, plus elle est dense et verte, plus le site retient l'attention pour la production d'igname. Certaines essences végétales sont indicatrices de la qualité du sol pour la culture de l'igname. La présence des herbacées comme le mucuna sauvage ou *Andropogon gayanus* et la densité des essences ligneuses sont des critères favorables au bon rendement de l'igname.

Pour produire l'igname, les cultivateurs de Toui-gare mettent en œuvre une multitude d'opérations qui se succèdent dans le temps ou se chevauchent parfois. Les plus importantes sont : le défrichement, l'incinération des arbres, le buttage, le fauchage

et l'importation de biomasse, la plantation des semenceaux et la mise en place des coussinets, la recherche et la mise en place des tuteurs, le sarclage et la récolte des ignames.

- **Village de Tchètti**

Deux systèmes de production à base d'igname sont principalement distingués : Système sur défriche forestière et le système de culture d'igname dans les bas-fonds.

L'identification par les producteurs, d'un site propice à la culture d'igname repose sur divers critères qui impliquent des indicateurs précis : le degré de fertilité du sol indiqué par taille et densité des herbes, présence espèces herbacées indicatrices de fertilité du sol, en l'occurrence les espèces localement appelées « èrankodjè » et « woro » ; la structure et la texture du sol (densité de gravillons et ou de graviers dans le sol et profondeur du sol). Par ailleurs, il importe de mentionner qu'à son tour, le site de production, compte tenu de ses caractéristiques propres, oriente ou détermine le choix des variétés d'igname à cultiver.

Les principales spéculations agricoles sont l'igname et le maïs. Ces produits constituent également la base de l'alimentation des habitants du village. En dehors de ces spéculations, la population produit aussi de l'anacarde, du manioc, du riz, du niébé etc.

- **Village de Katakou**

Deux principaux systèmes de culture à base d'igname peuvent être distingués à Katakou: le système de culture sur bas-fonds ou sols hydromorphes et le système sur défriche forestière. Le système de culture sur bas-fonds ou sols hydromorphes est plus récent et est basé sur les variétés précoces telles le laboko. Ce système requiert assez d'investissement, notamment pour la confection des buttes qui sont de plus grande taille comparativement au système sur défriche forestière. En outre l'acquisition de leurs semenceaux est également plus coûteuse. Tout cela fait du système de culture d'igname sur bas-fonds, un système difficilement praticable pour les moins nantis du milieu.

Il faut souligner que l'igname peut être cultivée en association avec le maïs dans les deux systèmes, ou avec le riz dans le système de bas-fonds.

Les principales spéculations agricoles cultivées à Katakou sont : l'igname, le manioc, le maïs, l'arachide, le niébé, le soja, le doyi, le goussi, le riz. Il y a des plantations d'anacardières et des agrumes, notamment les orangers.

- **Village de Djagballo**

On distingue dans ce village principalement deux types de système de culture à base d'igname :

Le système sur défriche forestière et le système de culture dans les bas-fonds (sols hydromorphes).

Les principales spéculations agricoles pratiquées sont l'igname et le maïs. Ces deux produits constituent la base de l'alimentation des habitants du village. En dehors de ces spéculations, la population produit aussi de l'anacarde, du manioc, du riz, du niébé, etc.

Il est à noter que les différentes variétés d'igname manifestent, chacune en ce qui la concerne, une certaine préférence vis-à-vis de tel ou tel type de sol.

- **Village de Dani**

Deux systèmes de production à igname sont observés: le système sur défriche forestière et le système de culture d'igname dans les bas-fonds.

Le choix du site de production est guidé par une série d'indicateurs. Le tout premier indicateur est le type de sol qui est guidé lui aussi par la variété à cultiver. Ainsi on peut observer que les sols hydromorphes ou limono-argileux et les sols de forêt sont plus adaptés pour les variétés précoces. Par contre les terres exondées sont plus adaptées pour les autres types.

Un autre critère est celui lié au couvert végétal et les espèces indicatrices. Ainsi, les sols les mieux adaptés à la culture portent certaines espèces telles que '*Tchahissi*', '*Kpoba*', '*Kpakpa*', '*Agatou*' (*Chromoleana odorata*) ou '*Owo*'.

- **Village de Magoumi**

Trois systèmes de production d'igname sont à distinguer : le système de culture d'igname dans la jachère dégradée (ancienne friche), le système de culture d'igname dans les bas-fonds (sols hydromorphes) et le système de culture sur terres marginales pour l'igname.

La culture de l'igname est particulièrement pratiquée sur les sols argileux (ilè Kosso) et les sols sableux avec concrétions (ilè odan) à Magoumi pour différentes variétés d'ignames (Gangni, Anago, Kokoro...). Exception faite de la variété Laboko pratiquée généralement dans les bas-fonds sur terre hydromorphe (ilè toutou) à cause de son exigence en terre humide.

Autres cultures pratiquées sont principalement : maïs, soja, manioc, niébé, arachide.

- **Village de Boubou**

On distingue trois systèmes de culture à base d'igname :

- le système de culture d'igname dans la jachère dégradée (ancienne friche) sur de grosses buttes. Les producteurs ressortissants des groupes ethniques venus de la Donga ou de l'Atacora (Pila Pila, Lopka, Dendi, Berba, Natimba, Ottamari etc.) cultivent l'igname sur des buttes de plus 1 m de hauteur avec une emprise de sol de plus de 1,5 m<sup>2</sup>. Ce système pratiqué également aux abords du cours d'eau Akibori utilise certaines variétés qui donnent de gros tubercules mais présente un impact considérable dans la gestion de la fertilité du sol.

- le système de culture d'igname dans la jachère dégradée (ancienne friche) sur des buttes moyennes par les Fon et Datcha en majorité.
- le système de culture d'igname de bas-fond pratiqué sans distinction d'ethnies.

La principale zone de production d'igname se situe après la rivière Akibori sur les sols sablo-argileux et latéritiques. Le choix des variétés d'igname est guidé par l'aptitude culturale des sols. Il existe également des espèces indicatrices de la fertilité des sols pour l'igname dont notamment : *Andropogon gayanus*, *Vitelaria paradoxa*,...

#### • Village de Aklampa

Trois systèmes de production d'igname sont à distinguer : le système sur défriche forestière, le système de culture d'igname dans la jachère dégradée (ancienne friche) et le système de culture d'igname dans les bas-fonds (sols hydromorphes).

Les variétés à longs tubercules exigent des sols meubles et profonds. La variété Kokoro à tubercules courts peut se produire sur des sols relativement durs. Du point de vue végétations la hauteur des arbres et leur nombre plus élevé sont prépondérants dans le choix des sites favorables à la culture d'igname. La proportion de cailloux dans un sol est un indicateur également utilisé par les agriculteurs pour opérer le choix des sites de production d'igname. Moins un site est riche en cailloux plus il est favorable à la culture de l'igname.

### 10.3. Calendrier cultural des systèmes de cultures à base d'igname

Les itinéraires techniques des systèmes de cultures à ignames dépendent du cycle cultural de la variété d'igname, d'aptitude culturale des sols, des conditions climatiques (pluviométrie), d'origine ethnique du producteur et surtout de ses objectifs de production (production de semenceaux, autoconsommation, commercialisation,...).

#### • Village de Gbanlin

Pour produire l'igname, les cultivateurs de Gbanlin mettent en œuvre une multitude d'opérations qui se succèdent dans le temps ou se chevauchent parfois (tableau 11)

Tableau 11 : Calendrier cultural de l'igname

	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil
Opérations culturales												
Défrichage (Adjiba)	—											
Incinération des arbres				—	—							
Buttage			—	—	—							
Préparation des semenceaux					—							
Mise en terre des semenceaux					—	—						
Confection des coussinets												
1 <sup>er</sup> sarclage								—				

	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil
Opérations culturales												
2 <sup>e</sup> sarclage												
3 <sup>e</sup> sarclage (pour les jachères)												
1 <sup>ere</sup> récolte												
4 <sup>e</sup> sarclage												
2 <sup>e</sup> récolte												
Confection de grenier et conservation												

Les plus importantes sont : le défrichement, l'incinération des arbres, le buttage, le fauchage et l'importation de biomasse, la plantation des semenceaux et la mise en place des coussinets, la recherche et la mise en place des tuteurs, le sarclage et la récolte des ignames.

Toutes ces activités sont exclusivement réalisées par la force humaine. Ni la mécanisation, ni la traction animale n'interviennent dans les systèmes de production de l'igname à Gbanlin. De plus, convient-il de remarquer que la main-d'oeuvre salariée est relativement rare et par conséquent très coûteuse dans le village.

Par ailleurs, on constate que les technologies améliorées de production (engrais chimiques, herbicides etc.) sont totalement absentes du système de culture d'igname à Gbanlin. Ainsi, les semenceaux restent les seuls intrants utilisés pour la production d'igname. La plupart des producteurs auraient obtenu les premiers semenceaux par don de leurs parents. Par la suite, les semenceaux sont directement prélevés sur la récolte précédente et ou acquis par achat. Le prix unitaire des semenceaux dans le village est de 50 FCFA.

#### • Village de Toui-gare

Pour produire l'igname, les cultivateurs de Toui-gare mettent également en œuvre une multitude d'opérations qui se succèdent dans le temps ou se chevauchent parfois (tableau 12).

Tableau 12 : Calendrier cultural de l'igname

	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil
Opérations culturales												
Défrichage (Adjiba)												
Incinération des arbres												
Buttage												
Fauchage et importation de biomasse												
Préparation des semenceaux												
Mise en terre des semenceaux												
Confection des coussinets												
Tuteurage et enroulement des lianes												
1 <sup>er</sup> sarclage												
2 <sup>e</sup> sarclage												

	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil
Opérations culturales												
3 <sup>e</sup> sarclage												
1 <sup>ere</sup> récolte												
4 <sup>e</sup> sarclage												
2 <sup>e</sup> récolte												
Confection de grenier et conservation												

Les plus importantes sont : le défrichement, l'incinération des arbres, le buttage, le fauchage et l'importation de biomasse, la plantation des semenceaux et la mise en place des coussinets, la recherche et la mise en place des tuteurs, le sarclage et la récolte des ignames.

Toutes ces activités sont exclusivement réalisées par la force humaine. Ni la mécanisation, ni la traction animale n'interviennent dans les systèmes de production de l'igname à Toui-gare. De plus, convient-il de remarquer que la main-d'œuvre salariée est relativement rare et par conséquent très coûteuse dans le village.

Par ailleurs, on constate que les technologies améliorées de production (engrais chimiques, herbicides etc.) sont totalement absentes du système de culture d'igname à Toui-gare. Ainsi, les semenceaux restent les seuls intrants utilisés pour la production d'igname. La plupart des producteurs auraient obtenu les premiers semenceaux par don de leurs parents. Par la suite, les semenceaux sont directement prélevés sur la récolte précédente et ou acquis par achat. Le prix unitaire des semenceaux dans le village est de 100 fcfa.

#### • Village de Thètti

L'unité locale utilisée pour mesurer les champs d'igname est le nombre de butte. Une parcelle de 1000 buttes<sup>2</sup> d'igname équivaut à 0,1 ha. L'itinéraire technique de culture de l'igname intègre des opérations assez variées. Le tableau 13 décrit les opérations culturales depuis le défrichage jusqu'à la récolte des tubercules sur un champ de 0.1 ha.

De ce tableau, il ressort que toutes les opérations culturales sont réalisées manuellement et avec des équipements rudimentaires. En dehors de la main-d'œuvre familiale, on estime à plus de 20 Hj, la main-d'œuvre totale investie dans un champ d'igname de 0,1 ha. Par simple conversion mathématique, on se rend compte que sur un champ d'un hectare, on investirait au total plus de 200 Hj. Il ne fait donc plus aucun doute que la production d'igname est foncièrement tributaire de la force de travail humaine. Par ailleurs, l'itinéraire technique de production ainsi décrit confirme à nouveau l'absence des engrais et autres technologies améliorées dans le système de culture d'igname à Odo-Agbon.

Les semenceaux restent les seuls intrants utilisés pour la production d'igname. La plupart des producteurs auraient obtenu les premiers semenceaux de leurs parents

2 Dans ce cas, les buttes sont de petites dimensions : environ 1 mètre de diamètre. Lorsque les buttes sont plus grandes, les rapports de conversion seraient différents.

(Don). Par la suite, les semenceaux sont soit directement prélevés sur la récolte précédente ou soit acquis par achat. Le prix unitaire des semenceaux dans le village est de 100 fcfa.

Le calendrier cultural est tributaire du niveau de technicité du système mis en place. Le cycle cultural de l'igname varie entre 8 et 12 mois selon les variétés cultivées. Au cours du cycle de production, les opérations culturales s'intègrent dans des pages temporelles bien précises.

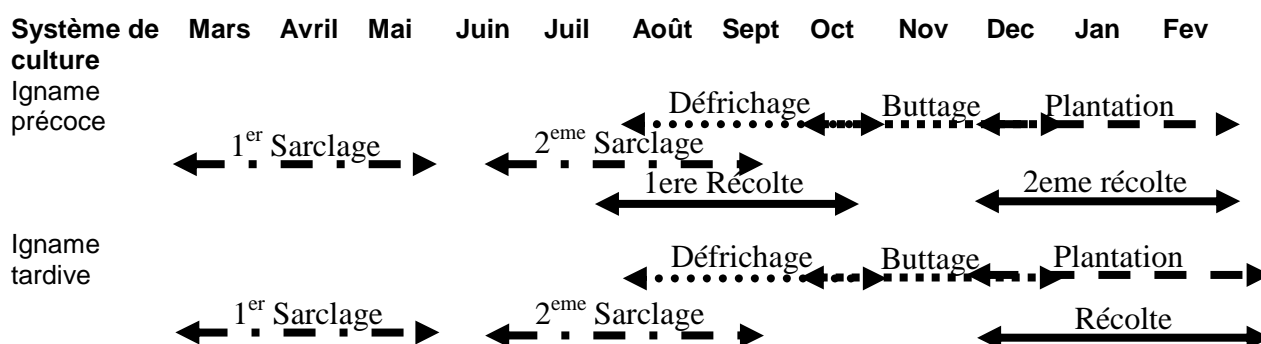
Tableau 13: Description des opérations culturales

Opérations culturales	Descriptions	Main-d'œuvre impliquée (HJ3)	Coût de la prestation
Défrichage	Il consiste à débarrasser les adventices (herbacés ou ligneux). Il se fait à l'aide des machettes, de haches etc. C'est l'une des opérations les plus difficiles.	Main-d'œuvre salariée	5000 FCFA
Destruction des arbres	C'est aussi une opération très difficile. Elle consiste à mettre le feu à la base des arbres et lorsque les feuilles chutent quelques jours plus tard, on brûle le champ. Cette opération épargne toutefois certaines espèces végétales dont le néré (Igba) et le karité (Emè).	2 à 3 HJ (7h/j) Main-d'œuvre familiale ou salariée	3000 à 4000 FCFA
Buttage	C'est la plus difficile des opérations du processus. La taille des buttes varie selon les variétés d'igname et la topographie du sol. De façon générale, il y a deux types de buttes selon leur taille. Les petites butes ont 1 mètre de diamètre tandis que les grandes butes atteignent parfois 1,5 mètres de diamètre.	2 à 3 HJ (7h/j) Main-d'œuvre salariée	2000 à 5000 FCFA
Prélèvement des semenceaux	Les semenceaux sont prélevés sur les récoltes antérieures.	5 HJ (7 h/j) Main-d'œuvre familiale	-
Plantations et confection des coussinets	Les semenceaux sont mis en terre et des coussinets de protection sont confectionnés et placés sur chaque butte.	Main-d'œuvre familiale et salariée 5 HJ (5h/j)	3000 FCFA
Premier sarclage	Il consiste à débarrasser les adventices. Le travail se fait à la houe.	Main-d'œuvre familiale et salariée 3 HJ (8h/j)	2500 FCFA
Deuxième sarclage	Il consiste également à débarrasser les adventices. Le travail se fait à la houe.	Main-d'œuvre familiale et salariée 3 HJ (8h/j)	2500 FCFA
Première récolte (igname précoce)	C'est une récolte échelonnée. Elle concerne seulement les variétés précoces	Main-d'œuvre familiale	-
Deuxième récolte	Les tubercules sont déterrés et les semenceaux prélevés pour une nouvelle plantation	Main-d'œuvre familiale	-

3 HJ = Homme-jour. C'est une grandeur abstraite qui permet de quantifier le travail. Pour une opération donnée, 1 homme-jour équivaut à la quantité de travail que peut fournir un actif de référence en une journée.

Le tableau 14 présente pour chaque système de culture, la succession des opérations culturales dans le temps. L'analyse de ce tableau révèle qu'au plan technique, il n'y a pas une différence notable entre le système précoce et le système tardif. La plupart des opérations culturales ont cours dans les mêmes périodes pour les deux systèmes. En dehors des deux récoltes auxquels donnent lieu le système précoce, on note et ceci de façon très peu remarquable que la période de plantation des variétés précoces est moins large que celle des variétés tardives. Notons par ailleurs que de façon générale, les variétés précoces sont mises en terre avant celles tardives.

Tableau 14: Calendrier des opérations culturales à Odo-Agbon



#### • Village de Djagballo

L'unité locale utilisée pour mesurer les champs d'igname est le nombre de butte. En effet, la taille des buttes varie entre 1m (petites buttes) et 1,5 m (grandes buttes) selon les variétés d'igname produites. Ainsi, un champ d'igname d'un hectare équivaut à environ 7800 petites buttes ou 1000 grandes buttes.

L'itinéraire technique de culture de l'igname intègre des opérations assez variées. Le tableau 15 décrit la succession d'opérations culturales depuis le défrichage jusqu'à la récolte des tubercules sur un champ de 0,16 ha (soit 1000 à 1500 buttes).

L'analyse de ce tableau révèle le caractère manuel des différentes opérations culturales qui sont réalisées par des méthodes très peu efficaces. Un champ d'igname de 0,16 ha nécessite un investissement en main-d'œuvre de près de 40 Hj. Il ne fait donc aucun doute que la production d'igname est foncièrement tributaire de la force de travail humaine dans la localité. De plus, convient-il de remarquer que la main-d'œuvre salariée est relativement rare et par conséquent très coûteuse dans le village.

Par ailleurs, on constate que les technologies améliorées de production (engrais chimiques, herbicides etc.) sont totalement absentes du système de culture d'igname à Djagballo. Ainsi, les semenceaux restent les seuls intrants utilisés pour la production d'igname. La plupart des producteurs auraient obtenu les premiers semenceaux par don de leurs parents. Par la suite, les semenceaux sont directement prélevés sur la récolte précédente et ou acquis par achat. Le prix unitaire des semenceaux dans le village est de 100 FCFA.



En outre, la phase de destruction des arbres constitue une des opérations culturales qui font de la production d'igname, une activité très destructrice de la végétation.

Le calendrier cultural est similaire à celui de Tchèti.

Tableau 15: Description des opérations culturales

Opérations culturales	Descriptions	Main-d'œuvre impliquée (HJ <sup>4</sup> )	Coût de la prestation
Défrichage	Il consiste à débarrasser les adventices (herbacées ou ligneux). Il se fait à l'aide des machettes, de haches etc. C'est l'une des opérations les plus difficiles.	Main-d'œuvre salariée familiale 2 à 3 Hj	3000 à 3500 FCFA
Buttage	C'est la plus difficile des opérations du processus. La taille des buttes varie selon les variétés d'igname, la nature et la topographie du sol.	Main-d'œuvre salariée 7 Hj	10000 à 22500 FCFA
Destruction des arbres	C'est aussi une opération très difficile surtout lorsque la densité des arbres est élevée. Elle consiste à mettre le feu à la base des arbres et lorsque les feuilles chutent quelques jours plus tard, on brûle le champ. Cette opération épargne toutefois certaines espèces végétales dont le néré (Ngba) et le karité (Emè).	Main-d'œuvre familiale ou salariée 7 à 14 Hj	3000 à 5000 FCFA
Plantations et confection des coussinets	Les semenceaux sont mis en terre et des coussinets de protection sont confectionnés et placés sur chaque butte.	Main-d'œuvre familiale et salariée 7 Hj	5000 FCFA
Premier sarclage	Il consiste à débarrasser les adventices. Le travail se fait à la houe.	Main-d'œuvre familiale 3 Hj (8h/j)	3000 FCFA
Deuxième sarclage	Il consiste également à débarrasser les adventices. Le travail se fait à la houe.	Main-d'œuvre familiale 3 Hj (8h/j)	3000 FCFA
Première récolte (igname précoce)	C'est une récolte échelonnée. Elle concerne seulement les variétés précoces	Main-d'œuvre familiale	-
Deuxième récolte	Les tubercules sont déterrés et les semenceaux prélevés pour une nouvelle plantation	Main-d'œuvre familiale	-

#### • Village de Katakou

La production d'igname à Katakou met en jeu assez d'opérations culturales; ce qui fait d'elle une culture consommatrice de main d'œuvre. Les opérations culturales entrant dans la production d'igname de même que leur calendrier sont récapitulés dans le tableau 16.

Il faut noter que lors de l'incinération des arbres, les producteurs préservent le néré du fait de son importance de ses graines pour la fabrication de la moutarde, un ingrédient à forte valeur culinaire dans la tradition des producteurs de la localité.

<sup>4</sup> HJ = Homme-jour. C'est une grandeur abstraite qui permet de quantifier le travail. Pour une opération donnée, 1 homme-jour équivaut à la quantité de travail que peut fournir un actif de référence en une journée.

Tableau 16: Calendrier culturel de l'igname

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Opérations culturelles												
Enfouissement biomasse												
Incinération des arbres												
Désherbage												
Buttage												
Fauchage et importation de biomasse												
Transport de semenceaux												
Debourageonnement des semenceaux												
Disposition des semenceaux sur les buttes												
Mise en terre des semenceaux												
Confection des coussinets												
Tuteurage												
1 <sup>er</sup> sarclage												
2 <sup>e</sup> sarclage												
3 <sup>e</sup> sarclage												
1 <sup>ere</sup> récolte												
4 <sup>e</sup> sarclage												
Fauchage des branchages												
2 <sup>e</sup> récolte												
Confection de grenier et conservation												

- **Village de Dani**

La description des opérations culturelles et le calendrier culturel de l'igname se présentent comme suit (tableau 17) :

Tableau 17 : Opérations culturelles et calendrier	Période	Déc	Jan.	Fév.	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil.	Aoû	Sep	Oct.	Nov
Opérations culturelles													
Défrichement													
Confection des buttes													
Incinération des arbres													
Plantation (ouverture crête des buttes, mise en terre et pose des coussinets)													
Installation des tuteurs+enroulement des lianes													
1 <sup>er</sup> sarclage													
2 <sup>e</sup> sarclage													
3 <sup>e</sup> sarclage													
Récoltes													
Stockage													

Il faut signaler que l'igname dans le village de Dani se rencontre en association avec une série de spéculations telles que le maïs, le riz, le manioc ou le gombo. Les photos (6-8) ci-après illustrent une manifestation de ces formes d'association de l'igname aux autres cultures.



Photo 6: Association igraine-maïs-manioc



Photo 7: Association igraine-riz



Photo 8: Association igraine-gombo

#### • Village de Magoumi

Les différentes opérations culturales portent sur: le défrichage, l'incinération des arbres, le buttage, la plantation des semenceaux et la mise en place des coussinets, la recherche et la mise en place des tuteurs, le sarclage et la récolte des ignames.

Les différentes opérations culturales concourant à la production d'igname, les activités de défrichage des terres et d'incinération des arbres ont lieu en septembre-novembre suivies de buttage en octobre-novembre. La plantation des semenceaux et la mise en place des coussinets sont exécutées en janvier suivies de la recherche et la mise en place du tuteur (de janvier en mars). Pour l'entretien des parcelles d'igname, quatre (4) sarclages sont souvent réalisés au cours des mois de mars, mai, juillet et septembre. Contrairement aux variétés tardives à récolte unique en décembre, les variétés précoces connaissent deux types de récoltes: la première récolte (récolte des prémisses) a lieu en juillet-août suivie d'une deuxième récolte (récolte des semenceaux) en décembre.

#### • Village de Boubou

Les différentes opérations culturales portent également sur: le défrichage, l'incinération des arbres, le buttage, la plantation des semenceaux et la mise en place des coussinets, la recherche et la mise en place des tuteurs, le sarclage et la récolte des ignames. Les activités de défrichage des terres et d'incinération des arbres ont lieu en juillet-août suivies de buttage en août-septembre. Au cours de cette dernière activité, de grosses buttes de plus d'un mètre de hauteur sont confectionnées particulièrement avec les allochtones (Ottamari, Pila Pila, Berba,...).

La mise en terre des semenceaux et la mise en place des coussinets sont exécutées en décembre suivies de la recherche et mise en place du tuteur en mars. Pour l'entretien des parcelles d'igname, trois (3) sarclages sont souvent réalisés au cours des mois de mars, avril, juin ou juillet respectivement. La récolte des prémisses a lieu en août et celles des semenceaux d'igname a lieu en décembre pour les variétés à deux récoltes. La récolte unique des variétés tardives se déroule en décembre.

- **Village de Aklampa**

Pour une bonne productivité de l'igname, chacune des opérations culturales de production d'igname se réalisent à un moment précis de l'année et ceci en fonction des types de variétés comme l'indique le tableau 18.

Tableau 18 : Chronologie des opérations culturales	Période d'exécution	
	Précoces	Tardives
Réservation de l'espace (Gbégboubo)	Novembre-Décembre	Novembre-Décembre
Mis à nu de l'espace avec un feu	Juillet de l'année prochaine	Juillet de l'année prochaine
Fauchage des résidus après le feu de brousse	Juillet	Juillet
Buttage	Juillet-Août	Juillet-Août
Incinération des arbres	Août	Août
Préparation des semenceaux	Décembre-Janvier-Février	Décembre-Janvier-Février
Recherche de coussinet	Décembre-Janvier-Février	Décembre-Janvier-Février
Plantation	Décembre-Janvier-Février (au plus tard une semaine après chaque préparation de semenceaux)	Mars-Avril (elle peut se faire au même moment que les précoces si le producteur est disponible)
Recherche de piquets (tuteurs)	Avril-Mai	Avril-Mai
Tuteurage	Avril-Mai	Avril-Mai
1 <sup>er</sup> sarclage (Zogbogbé )	Mai-Juin	Mai-Juin
2 <sup>ème</sup> sarclage	Juillet-Août	Juillet-Août
1 <sup>ère</sup> récolte	Août-Septembre-octobre	-
3 <sup>ème</sup> sarclage	Octobre	Octobre
2 <sup>ème</sup> récolte	Décembre-Janvier-Février	Décembre-Janvier-Février

#### 10.4. Compte d'exploitation des systèmes de cultures à base d'igname

Le compte d'exploitation (à titre indicatif) a été évalué dans certains villages. Il met en relief le produit et les charges opérationnelles (intrants et les travaux champêtres) qui dépendent des itinéraires techniques des systèmes de cultures à ignames.

- **Village de Gbanlin**

Le tableau 19 présente le compte d'exploitation type du système culture de l'igname. Ces comptes d'exploitation ont été élaborés de manière interactive avec des producteurs.

Les résultats de compte d'exploitations montrent que les deux systèmes sont tous rentables. Ces calculs sont purement indicatifs et mérites d'être affinés. Le système de culture sur les grosses buttes (nouvelles friches) présente de résultats plus intéressants mais il est plus destructeur de l'environnement. Il épuise très rapidement les sols et réduit sensiblement les capacités de régénérescence des espèces végétales ligneuses. Les adventices herbacées deviennent plus vigoureux et abondants.

Tableau 19 : Opérations culturales à base d'igname à Gbanlin

	Système de culture de l'igname sur grosses buttes			Système de culture de l'igname sur petites buttes		
Opérations culturales	Coût/prix unitaire (200 buttes)	Qte/nbre par ha	Valeurs (FCFA/ha)	Temps (homme-jour/ha)	Valeurs (FCFA/ha)	Temps de travail
Défrichement	1.000	50	50.000	800	50	40.000
Incinération des arbres	1.500	50	75.000	0	50	0
Buttage	3.000	50	150.000	2.500	50	125.000
Fauchage et importation de biomasse coussinets	500	50	25.000	500	50	25.000
Préparation des semenceaux	300	50	15.000	300	50	15.000
Mise en terre des semenceaux						
Confection des coussinets	1.000	50	50.000	1.000	50	50.000
Tuteurage et enroulement des lianes	500	50	25.000	500	50	25.000
Sarclage 1	800	50	40.000	800	50	40.000
Sarclage 2	800	50	40.000	800	50	40.000
Sarclage 3	800	50	40.000	800	50	40.000
Sarclage 4	800	50	40.000	800	50	40.000
Première récolte	1.500	50	75.000	1.500	50	75.000
Deuxième récolte	1.000	50	50.000	1.000	50	50.000
<b>Total</b>	<b>13.500</b>		<b>675.000</b>	<b>11.300</b>		<b>565.000</b>
Intrant pour débutant (Semenceaux)	20.000	50	1.000.000	20.000	50	1.000.000
<b>Total charges de production</b>			<b>1.675.000</b>			<b>1.565.000</b>
<b>Rendement moyen (kg)</b>	<b>350F/buttes</b>					<b>250F/buttes</b>
<b>Produit</b>	<b>70.000</b>	<b>50</b>	<b>3.500.000</b>	<b>50.000</b>	<b>50</b>	<b>2.500.000</b>
<b>Marge brute (FCFA)</b>			<b>1.825.000</b>			<b>935.000</b>

- **Village de Toui-gare**

Le tableau 20 présente les comptes d'exploitation des types de système culture de l'igname. Ces comptes d'exploitation ont été élaborés de manière interactive avec des producteurs.

Les résultats des comptes d'exploitation (à titre indicatif) montrent que les deux systèmes sont tous rentables. Le système de culture sur les grosses buttes présente de résultats plus intéressants mais il est plus destructeur de l'environnement. Il épuise très rapidement les sols et réduit sensiblement les capacités de régénérescence des espèces végétales ligneuses. Les adventices herbacées deviennent plus vigoureux et abondants.

Tableau 20 : Opérations culturales à base d'igname à Magoumi

	Système de culture de l'igname sur grosses buttes			Système de culture de l'igname sur petites buttes		
Opérations culturales	Temps (homme-jour/ha)	Valeurs (FCFA/ha)	Temps de travail	Temps (homme-jour/ha)	Valeurs (FCFA/ha)	Temps de travail
Défrichement	15	20000	8h/jour	15	20000	8h/jour
Incinération des arbres	10	12000	8h/jour	10	12000	8h/jour
Buttage	20	30000	8h/jour	20	20000	8h/jour
Fauchage et importation de biomasse	5	6000	8h/jour	5	6000	8h/jour
Mise en terre des semenceaux Confection des coussinets	25	28750	4h/jour	25	28750	4h/jour
Tuteurage et enroulement des lianes	15	25000	4h/jour	15	25000	4h/jour
Sarclage 1	10	12500	6h/jour	10	12500	6h/jour
Sarclage 2	8	12000	6h/jour	8	12000	6h/jour
Sarclage 3	8	11500	6h/jour	8	11500	6h/jour
Sarclage 4	8	11000	6h/jour	8	11000	6h/jour
Première récolte	15	15000	6h/jour	15	15000	6h/jour
Deuxième récolte	15	15000	6h/jour	15	15000	6h/jour
<b>Total</b>	<b>154</b>	<b>198750</b>		<b>154</b>	<b>188750</b>	
Intrant pour débutant (Semenceaux)	25F/butte	250000		20F/butte	200000	
<b>Total charges de production</b>		<b>448750</b>			<b>388750</b>	
<b>Rendement moyen (kg)</b>		10.000			80.000	
<b>Produit</b>	<b>(100F/1kg)</b>	<b>1.000.000</b>		<b>(100F/1kg)</b>	<b>850.000</b>	
<b>Marge brute (FCFA)</b>		<b>551250</b>			<b>461250</b>	

- **Village de Katakou**

Le tableau 21 présente les comptes d'exploitation des deux principaux systèmes d'igname : le système bas-fonds sur grosses buttes (igname précoce) et le système défriche forestière sur petites buttes (igname tardive). Ces comptes d'exploitation ont été élaborés également de manière interactive avec des producteurs.

Même si ces calculs restent indicatifs et méritent d'être plus affinés, ils indiquent que les deux systèmes sont rentables, le système bas-fonds avec igname précoce étant nettement meilleur.

Tableau 21 : Comptes d'exploitation types de la production d'igname à Katakou

Opérations culturales	Système bas-fonds sur grosses buttes			Système défriche forestière sur petites buttes		
	Coût/prix unitaire (200 buttes)	Qte/nbre par ha	Montant total (Par ha)	Coût/prix unitaire (200 buttes)	Qte/nbre par ha	Montant total (Par ha)
Enfouissement biomasse	2.500	5	12.500	1.500	6	9.000
Incinération des arbres	2.500	5	12.500	2.500	6	15.000
Désherbage	650	5	3.250	650	6	3.900
Buttage	1.500	5	7.500	1.000	6	6.000
Fauchage et importation de biomasse	1.500	5	7.500	1.500	6	9.000
Transport de semenceaux	1.000	5	5.000	1.000	6	6.000
Debourageonnement des semenceaux	750	5	3.750	750	6	4.500
Disposition des semenceaux sur les buttes	1.000	5	5.000	1.000	6	6.000
Mise en terre des semenceaux	1.000	5	5.000	1.000	6	6.000
Confection des coussinets	1.000	5	5.000	1.000	6	6.000
Tuteurage	1.500	5	7.500	1.500	6	9.000
1er sarclage	500	5	2.500	500	6	3.000
2e sarclage	500	5	2.500	500	6	3.000
3e sarclage	500	5	2.500	500	6	3.000
1ere récolte	1.000	5	5.000	1.000	6	6.000
4e sarclage	0	5	0	500	6	3.000
Fauchage des branchages	0	5	0	500	6	3.000
2e récolte	0	5	0	1.000	6	6.000
Confection de grenier et conservation	10.000	1	10.000	10.000	1	10.000
<b>Total coût d'opération</b>			<b>97.000</b>			<b>117.400</b>
<b>Intrants</b>						
Semenceaux	100.000	5	500.000	50.000	6	300.000
<b>Total charges de production</b>			<b>597.000</b>			<b>417.400</b>
<b>Rendement moyen (kg)</b>	2.000		10.000	2.000		12.000
<b>Prix de vente (pour 100 kg)</b>	30.000		20.000	4.000		4.000
<b>Produits (FCFA)</b>			<b>2.000.000</b>			<b>480.000</b>
<b>Marge brute (FCFA)</b>			<b>1.403.000</b>			<b>62.600</b>

- **Village de Dani**

Pour l'évaluation des superficies ou de l'importance des superficies emblavées, dans le village de Dani, la principale unité de mesure est le nombre de buttes. Ces buttes sont soit les grosses ou les petites.

L'évaluation du coût de la main d'œuvre par parcelle de 0,20 ha donne les résultats contenus dans le tableau ci-après (tableau 22) :

Tableau 22 : Coûts de production d'igname à Dani

	Main d'œuvre (hj)		Coût (FCFA)	
	Grosses buttes	Petites buttes	Grosses buttes	Petites buttes
Défrichement	3-7	3-7	5 à 10 000	5 à 10 000
Confection des buttes	24	12	40 000	40 000
Incinération des arbres	3	3	15 000	15 000
Plantation (ouverture crête des buttes, mise en terre et pose des coussinets)	12	12	15 000	15 000
Tuteurage+enroulement des lianes	24	24	30 000	30 000
Sarclages (3 fois)	27	54	7 000 x 3= 21 000	14 000 x 3= 42 000
Récoltes	12	12	10 000 x2= 20 000	10 000 à 20 000
Confection des greniers Stockage	2-3	2-3	5 000	5 000
Achat de semenceaux			100 000	50 à 75 000

### • Village de Magoumi

La culture d'igname est exigeante en main d'œuvre. Les activités notamment : le défrichement, le buttage, la plantation des semenceaux et la mise en place des coussinets, la recherche et la mise en place des tuteurs et les récoltes connaissent des coûts plus élevés (20000 ; 15000 ; 28750 ; 25000 et 15.000 FCFA/ha) respectivement. Le coût de semenceaux d'igname est onéreux (200.000 à 400.000 FCFA/ha) selon les variétés. Généralement, le matériel de plantation est produit par les producteurs à partir de la récolte d'igname de la campagne précédente (tableau 23). Les semenceaux d'igname sont rarement achetés. Les engrais minéraux ne sont pas appliqués sur la culture en raison de l'effet supposé négatif sur le goût de l'igname pilée. Toutefois, la culture bénéficie de l'arrière effet de l'engrais appliqué sur le coton chez certains producteurs pratiquant cette spéculation.

Par le passé, pour la variété Laboko par exemple, 3 à 5 kg de tubercules frais étaient récoltés par butte contre 1 à 2 kg par butte de nos jours selon les producteurs. Ce fait est lié à la baisse de la fertilité des sols.

Le temps de travail investi pour les différentes opérations culturales est de 149 homme-jours par hectare. En considérant les coûts des semenceaux d'igname et des opérations culturales, le coût de la production d'igname varie de 377750 FCFA à 577750 FCFA/ha.



Tableau 23 : Opérations culturales à base d'igname à Magoumi

Opérations culturales	Temps (homme-jour/ha)	Valeurs (FCFA/ha)	Période
Défrichement	15	20000	Septembre-Novembre
Incinération des arbres	10	12000	Septembre-Novembre
Buttage	20	15000	Octobre-Novembre
Plantation des semenceaux et mise en place des coussinets	25	28750	Janvier
Recherche et mise en place du tuteur	15	25000	Janvier-Mars
Sarclage 1	10	12500	Mars
Sarclage 2	8	12000	Mai
Sarclage 3	8	11500	Juillet
Sarclage 4	8	11000	Septembre
Première récolte	15	15000	Juillet-Août
Deuxième récolte	15	15000	Décembre
Total	149	177750	

- **Village de Village de Boubou**

La culture d'igname est très exigeante en main-d'œuvre. La confection des buttes se révèle particulièrement la plus coûteuse en raison de la taille et de la grosseur des buttes. Le coût de la prestation est de 50.000 FCFA/ha. Le tableau 24 indique le coût afférent aux différentes activités de production d'igname.

Tableau 24 : Opérations culturales à base d'igname à Boubou

Opérations culturales	Temps (homme-jour/ha)	Valeurs (FCFA/ha)	Périodes
Défrichement	30	(10000-15000)	Juillet- Août
Incinération des arbres	15	10000	Août
Buttage (500 buttes/ha)	60	50000	Août-septembre
Plantation des semenceaux et mise en place des coussinets	30	7500	Décembre
Recherche et mise en place du tuteur	15	5000	Mars
Sarclage 1	15	10000	Mars
Sarclage 2	15	10000	Avril
Sarclage 3	15	7500	Juin-Juillet
Première récolte	25	15000	Août
Deuxième récolte	30	15000	Décembre
Total	250	130000	

Le coût de semenceaux d'igname est onéreux (200.000 à 400.000 FCFA/ha) selon les variétés. Le système traditionnel de sevrage permet la reproduction du matériel de plantation.

La confection de grosses buttes (500 buttes/ha) chez les allochtones leur permet d'avoir par butte, 1 à 3 tubercules frais de poids variant entre 15 kg à 45 kg.

En considérant les coûts des semenceaux d'igname et des opérations culturales, le coût de la production d'igname varie de 325.000 FCFA à 525.000 FCFA/ha. Le temps de travail investi pour les différentes opérations culturales est de 250 homme-jours par hectare.

- **Village de Village d' Aklampa**

Les coûts de production d'igname à Aklampa sont consignés dans les tableaux 25 et 26.

Tableau 25 : Coût de production d'igname à l'hectare

Opérations	Unité de mesure	Quantité de travail (Hj)	coût (FCFA)
Réservation d'espace (Gbégboubo )	4000 buttes	5	15.000
Fauchage des résidus après le feu de brousse	4000 buttes	7	10.000
Buttage	200 buttes	8	45.000
Incinération des arbres	4000 buttes	10	20.000
Achat semenceaux			
Préparation des semenceaux	Entraide	-	Entraide
Confection de coussinet	500 buttes	8	20.000
Plantation	300 buttes	15	30.000
Recherche de tuteurs + Ramassage	200 buttes	1	3500
Tuteurage	Réalisé par le producteur lui-même	-	-
1 <sup>er</sup> sarclage (Zogbogbé)	500 buttes	9Hj	22.500
2 <sup>ème</sup> sarclage	500 buttes	9	22.500
1 <sup>ère</sup> récolte	Entraide entre les expérimentés à cause de la délicatesse de l'opération		
3 <sup>ème</sup> sarclage	500 buttes	9	22.500
2 <sup>ème</sup> récolte	Entraide entre les expérimentés à cause de la délicatesse de l'opération		
Sous-total			211000

A tous les coûts estimés dans le tableau 4 s'ajoute l'achat des semenceaux qui varie en fonction des types et variétés d'igname. Ainsi le coût de production total suivant les types et variétés d'igname sont dans le tableau 5

Tableau 26 : Coût total de production d'un hectare d'igname (FCFA)

Libellée	Variétés précoces		Variétés tardives
	Loboko	Autres	
Achat semenceaux	400 000	337 500	225 000
Sous-total (Tableau 4)	211000	211000	211000
Total	611000	548500	436000

### **11. Résultat 6 : Des modèles bioéconomiques d'exploitation sont conçus et calibrés. Des simulations prospectives sont réalisées et analysées**

L'igname est pratiquée dans un système d'agriculture itinérante sur brûlis et constitue l'une des principales causes de déforestation dans la région des savanes du Bénin en général et la région centre du Bénin en particulier.

Dans la recherche des alternatives aux systèmes endogènes de production, la recherche a mis en œuvre avec les producteurs des systèmes sédentarisés de production d'igname à base des légumineuses herbacées et/ou arbustives (Toukourou et *al.*, 2003 ; Cornet et *al.* 2005; Cornet, 2006 ; Maliki et *al.*, 2005 ; Maliki, 2006).

Les systèmes sédentarisés de production d'igname suscitent un intérêt certain de la part des producteurs. Des études récentes confirment cet intérêt (Doppler et Floquet, 1996; Floquet et *al.*, 2003; Sohinto, 2005; Maliki et *al.*, 2006). L'adoption, au moins à petite échelle, dépasse les seules zones où les travaux d'expérimentation ont été conduits. Néanmoins, il manque une vue d'ensemble des nouveaux systèmes de production qui émergeront de l'adoption et de leurs effets, tant sur les facteurs de durabilité tant écologique que sociale et économique.

Il convient ainsi de se questionner sur les effets de l'adoption des systèmes innovants, souvent complexes et modifiant parfois considérablement le paysage agricole et les systèmes de production paysans. L'ampleur de l'adoption va dépendre de la durabilité écologique de ces systèmes sédentarisés : équilibre des bilans minéraux à l'échelle de la rotation, capacité à limiter le développement des adventices sans surcroît de travail, et peut-être aussi la capacité à conserver des éléments ligneux dans le paysage de l'exploitation réduisant l'érosion hydrique, et donc à intensifier sur moins de surface pour conserver des bosquets de jachère naturelle ou implanter des plantations pérennes comme des anacarderaies sont autant de facteurs déjà connus mais peut être encore incomplets.

L'exploration des effets et impacts sur les divers systèmes de production d'une région devra permettre d'évaluer les déterminants et les effets sur les exploitations et les ressources naturelles. L'adoption peut en effet contribuer à une intensification de la production sur peu de surface dans l'exploitation du fait de contraintes de main d'œuvre, de terre... laissant ainsi quelques chances aux dernières zones forestières d'échapper à cette cause de déforestation pénalisante de l'environnement; ou au contraire, elle peut encourager l'expansion spatiale de la production sur des parts élevées de l'exploitation et jusqu'à de grandes distances des centres de consommation au niveau des fronts pionniers (forêts boisées).

Si l'ensemble de ces questions n'ont pas encore été posées ni traitées en ce qui concerne l'igname, de nombreux travaux de recherche ont déjà été conduits pour combiner les questionnements sur les changements dans des systèmes écologiques et dans les systèmes de production qui en dépendent et qui les génèrent en retour. Une modélisation bioéconomique peut permettre de formaliser ces questionnements (Barbier, 1991 ; Barbier, 1993; Barbier, 1994 ; Deybe, 1994 ; Maatman et *al.*, 1998, Maatman et *al.*, 2002 ; Ouédraogo, 2005).

Le but recherché en développant dans le cadre de ce travail un modèle bioéconomique est d'aider les populations d'un terroir à mettre en place des systèmes de production à base d'igname qui leur permettent de satisfaire leurs besoins sans compromettre le devenir de la productivité des mêmes ressources pour les générations futures. En liant les modèles ménages entre eux pour l'élaboration des modèles villageois, il est possible de connaître dans quelles mesures les contraintes imposées par les ressources naturelles et l'environnement peuvent affecter les possibilités d'un accroissement durable de la production agricole et notamment celle de l'igname.

Ensuite, étant donné que les problèmes auxquels font face l'agriculture au Bénin ne peuvent se résoudre seulement à partir des changements technologiques et que des mesures incitatives (privées ou publiques) sont nécessaires, il s'agira de tester quelques mesures à même de favoriser l'adoption de nouvelles technologies qui contribueront à la sécurité alimentaire et une production agricole durable. Il est possible que les ménages aient des réactions différentes par rapport à la mise en œuvre des mesures incitatives.

Les résultats qui seront obtenus à partir de ces modèles vont permettre de connaître le niveau d'efficacité de l'allocation des ressources, les possibilités d'insertion des nouvelles technologies, l'impact des changements proposés à l'échelle ménage et villageoise et les conditions qui doivent être remplies pour assurer une intensification dans les systèmes de production à base d'igname.

L'objectif de la recherche est d'analyser les effets d'adoption de nouvelles technologies à base d'igname sur les exploitations agricoles et les ressources naturelles gérées par ces exploitations.

### **11.1. Conception des modèle bioéconomiques pour divers itinéraires techniques de production d'igname dans les exploitations familiales agricoles de la région centre du Bénin**

La figure 11 représente le dispositif de conception des modèles.

#### **11.1.1. Objectifs spécifiques**

- Concevoir des modèles individuels d'exploitation (ménage) à base d'igname;
- Concevoir des modèles à l'échelle villageoise à base d'igname
- Simuler des modèles ménage et village à base d'igname

#### **11.1.2. Modèle individuel d'exploitation à base d'igname**

La programmation linéaire a été utilisée et consiste dans un premier temps à représenter individuellement les exploitations types d'un village. Chaque type

d'exploitation est modélisé suivant l'importance des différentes activités qui intègrent principalement les productions végétales. L'activité agricole est représentée par les cultures vivrières (*maïs, igname, manioc, soja, niébé, arachide, riz, sorgho, voandzou, goussi*), frutières (*anacardier*) et le coton qui est la principale culture de rente. A ces cultures sont associés les itinéraires techniques, qui combinent ou non différents niveaux d'apport de fertilisants minéraux et des pratiques culturales. Les exploitations agricoles qui disposent de suffisamment de terres ont la possibilité de défricher de nouvelles terres (défriche sur brûlis de la jachère forestière boisée au niveau des fronts pionniers) et/ou pratiquer la jachère comme un moyen de régénération de la fertilité des sols pour la production d'igname et autres cultures; tandis que celles qui n'en disposent pas assez ont la possibilité de défricher les terres communautaires, contre ou non une redevance forfaitaire. De ce point de vue, la pratique de la jachère apparaît donc comme une technologie endogène de production à base d'igname et de régénération de la fertilité des sols. Dans ces deux cas, la main-d'oeuvre et la disponibilité de la terre peuvent être des facteurs contraignants.

Nous avons formulé dans un premier temps les modèles ménages de base. Ces modèles de base ont été par la suite modifiés afin de prendre en compte les effets et impacts liés à l'adoption de nouvelles technologies de production à base d'igname.

Au fur et à mesure de la définition des variables de décision, des variables d'état et des équations, les données qui sont affectées aux différents paramètres à introduire dans les modèles pour chaque type de ménage ont été prises en compte. Ces données, pour chaque paramètre et pour chaque type de ménage, ont été considérées comme des données moyennes et pour une année moyenne. A partir de certaines de ces données moyennes ont été évaluées les valeurs de celles qui dépendent des types de saisons (bonne et mauvaise saison) en faisant des extrapolations.

- **Les différents types de ménages agricoles familiaux à base d'igname**

Il est mis en exergue la structure du modèle de base appliquée à chaque type de ménage dans chacun des villages. La typologie des systèmes de production à base d'igname a permis de catégoriser dans chaque village les ménages en trois types: faible, moyen et grand. Chacun disposant d'une certaine quantité de ressources

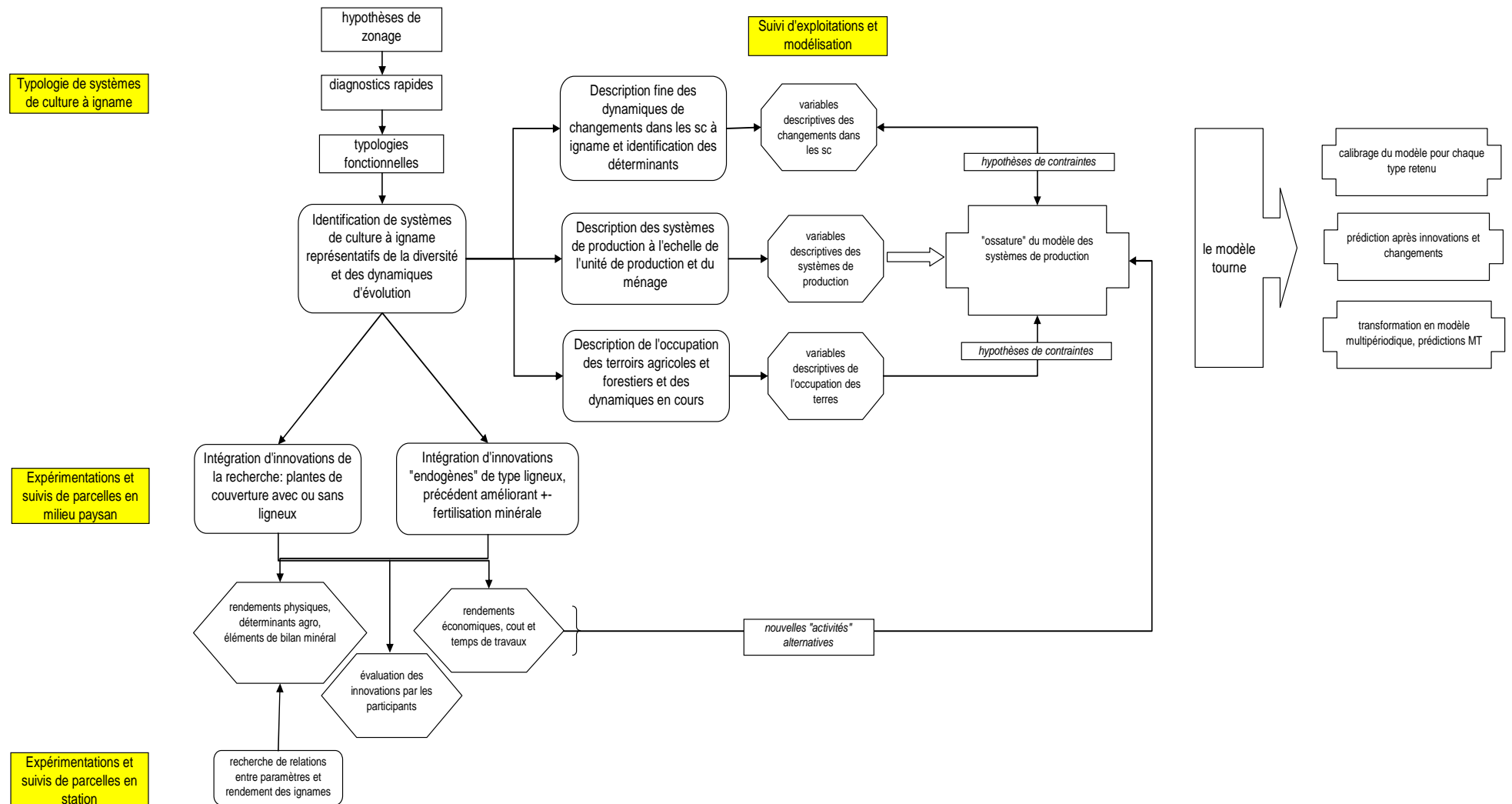


Figure 11: Approche méthodologique de modélisation des systèmes de production à base d'igname

productives qui lui permet de mettre en œuvre ses stratégies de production. Dans le but de faciliter la compréhension des modèles ménages, les paramètres sont écrits en majuscule et les variables de décision en minuscule.

Soit

M, l'ensemble des types de ménages qui sont présents dans chaque village.

$M = \{\text{faible, moyen, grand}\}$  (1)

- **Les activités agricoles**

Les activités agricoles incluent l'ensemble des systèmes de cultures et l'ensemble des produits attendus. Les cultures sont définies en termes de monoculture et de cultures associées pour prendre en compte les systèmes culturaux dans les systèmes d'exploitation à base d'igname dans la région centre du Bénin. La pratique dominante est marquée par la culture associée. On y rencontre les associations maïs-sorgho-igname, maïs-niébé, maïs-arachide, maïs-manioc. Au total, seize systèmes de cultures sont inclus dans le modèle.

Soit

D l'ensemble de ces cultures.

$D = \{\text{maïs, igname, manioc, soja, niébé, arachide, riz, sorgho, voandzou, goussi, coton, maïs-niébé, maïs-arachide, sorgho-maïs-igname, maïs-manioc, anacardier}\}$   
(2)

De l'ensemble de ces cultures, 12 types de produits sont attendus; il s'agit du *maïs*, *igname*, *manioc*, *soja*, *niébé*, *arachide*, *riz*, *sorgho*, *voandzou*, *goussi*, *coton*, *anacarde*. Soit

A l'ensemble de ces produits.

$A = \{\text{maï, ign, man, soj, nié, ara, riz, sorg, voa, gou, cot, ana}\}$  (3)

- **La prise en compte du risque**

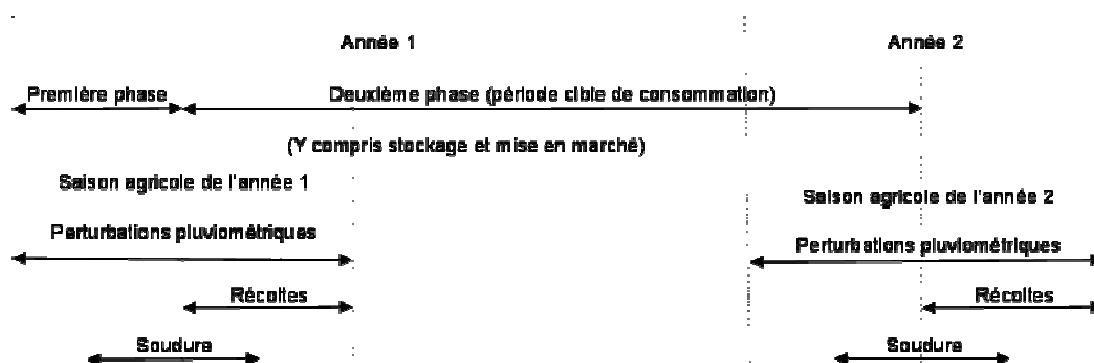
Les risques de production incluent le risque dû aux aléas climatiques notamment la variabilité de la pluviométrie, les maladies et dégâts causés par les ravageurs et les animaux qui sont les aléas sur lesquels le producteur n'a généralement pas d'influence. En ce qui concerne la pluviométrie, elle varie d'une année à une autre et cette instabilité est souvent très importante et constituerait la principale source de variation de la production. Les pertes subies pendant les mauvaises années ne sont presque jamais complètement compensées par les gains pendant les bonnes saisons (Adegbedi, 2003 p 13, citant Dillon et Scandizzo, 1978 ; Binswanger et Sillers 1983). Dans cette étude, le risque lié au facteur pluviométrique pourrait jouer un rôle important dans l'adoption des nouvelles technologies parce qu'il peut entraîner des pertes de production des cultures dont notamment l'igname. En effet, l'igname est une culture très exigeante en eau surtout après la germination (DANSI *et al.* 2003) mais aussi entre le quatorzième et vingtième semaines de végétation (Ministère de la Coopération, 1993). Cela étant, une saison des pluies débutant avec retard constituerait un important facteur préjudiciable au rendement des cultures dont celui de l'igname (DANSI *et al.* 2003). L'insuffisance ou l'abondance de pluie au cours d'une campagne agricole affecterait la production des cultures. Il en résulterait des fluctuations des rendements, des prix et partant, une perte de revenus pour les producteurs (Schweigman, 1993). En outre, l'incertitude sur les prix (prix anticipés), peut influencer la prise de décision lors du choix des cultures, de la mise en marché et lorsque le producteur doit choisir entre stocker ou vendre sa production; ce qui

affectera la quantité totale de produits de récolte à mettre sur le marché et par conséquent le revenu (Gérard (1991), cité par Deybe (1994)).

Pour prendre en compte le risque de pluie, le modèle de programmation est développé en deux phases (figure 12) (cf. Maatman et *al.*, 2002):

1) - La première phase correspond à la première partie de la saison pluvieuse qui va de la période des semis ou plantation des cultures à celle qui précède les récoltes. Pendant cette première phase, la pluviométrie est incertaine (aléatoire) marquée souvent par des poches de sécheresse et des pluies irrégulières dans la région des savanes du Bénin. En effet, les producteurs ne disposent pas d'informations fiables sur l'état de la saison des pluies. Ils prennent donc des décisions en situation d'incertitude. Les variables de décision (celles qui font l'objet de prise de décision par le paysan) et les variables d'état (correspondant aux paramètres du modèle de cette phase dont notamment le niveau de superficie alloué à chaque culture et à la jachère) sont alors déterminées pendant que les valeurs des paramètres des rendements ne sont pas connues. Ainsi, les rendements des cultures vont dépendre de la pluviométrie.

2) - La seconde phase correspond à la période cible de consommation qui commence pendant les récoltes et se poursuit jusqu'au début des récoltes de l'année suivante. Pendant cette phase, les producteurs prennent les décisions en connaissant parfaitement les valeurs des variables de décision de la première phase mais également les paramètres des rendements.



Source : Modèle adapté de Matman et *al.*, 1998

Figure 12: Les différentes phases du modèle de programmation linéaire

Les décisions prises en situation d'incertitude pendant la première phase vont donc influencer celles qui seront prises pendant la deuxième phase. C'est à dire que les décisions d'allocation des ressources productives (superficie, main-d'œuvre, intrants) vont déterminer le niveau de production, les décisions de consommation, de stockage et les stratégies de mise en marché. Ces dernières variables de décision vont alors dépendre de la pluviométrie qui est connue. Ainsi la maximisation de la fonction objectif va prendre en compte : i) le vecteur des variables de décision de la première phase (superficie cultivée pour chaque culture et jachère); ii) le vecteur des variables de décision de la deuxième phase (consommation, stockage, vente et achat de produits végétaux et d'animaux).

Soit:

$x_1$  le vecteur des variables de décision de la première phase (superficie cultivée pour chaque culture et jachère).  $x_2$  le vecteur des variables de décision de la deuxième



phase (consommation, stockage, vente et achat de produits de récolte). On peut alors formuler le modèle de programmation linéaire de la manière suivante:

$$\text{Max } \{c_1'x_1 + c_2'x_2 / A_1x_1 = b_1; B_1x_1 + B_2x_2 = b_2; x_1 \geq 0, x_2 \geq 0\} \quad (4)$$

$c_1$  et  $c_2$  sont des vecteurs des coefficients des variables de la fonction objectif;  $b_1$  et  $b_2$  des vecteurs des coefficients de disponibilité des ressources de la première et de la deuxième phase.  $A_1$ ,  $B_1$  et  $B_2$  les matrices des coefficients des variables de la première et de la deuxième phase.

On note que:

$$c_2 = c_2(k); b_2 = b_2(k); B_1 = B_1(k); B_2 = B_2(k).$$

Si l'on suppose que  $x_1$  et l'état de la pluviométrie  $k$  sont connus, le problème devient donc de déterminer  $x_2$  étant donné que  $x_1$  et  $k$ , le sont. Pour ce faire, il faut maximiser:

$$Z(x_1, k) = \text{Max } \{c_1'x_1 + c_2'(k)x_2 / B_1(k)x_1 + B_2(k)x_2 = b_2(k); x_2 \geq 0\} \quad (5)$$

Au début de la première phase, les décisions sur  $x_1$  sont prises alors que la pluviométrie  $k$  est aléatoire. On détermine  $x_1$  en maximisant:

$$\text{Max } x_1 \left\{ \sum_{k \in \Omega} f(k) z(x_1, k) / A_1x_1 = b_1; x_1 \geq 0 \right\} \quad (6)$$

où  $\sum_{k \in \Omega} f(k) z(x_1, k)$  est l'espérance mathématique de l'expression (5) si  $k$  est la réalisation de  $K$ .

Supposons que  $K$  soit une fonction de probabilité discrète donnée par

$$P(K=k) = f(k), \text{ avec } k \in \Omega \quad (7)$$

Avec  $\Omega = \{\text{mauvaise, moyenne, bonne}\}$  et  $f(k) = 1/3, k \in \Omega$ . (On suppose que chacun des états de la nature a la même probabilité d'occurrence.

L'équation (6) peut s'écrire alors de la façon suivante:

$$\text{Max } x_1 \left\{ \sum_{k \in \Omega} f(k) z(x_1, k) / A_1x_1 = b_1; x_1 \geq 0 \right\} =$$

$$\text{Max } x_1 \sum_{k \in \Omega} f(k) \left\{ \text{Max } x_2(k) c_1'x_1 + c_2'(k)x_2(k) / B_1(k)x_1 + B_2(k)x_2(k) = b_2(k); x_2(k) \geq 0; A_1x_1 = b_1; x_1 \geq 0 \right\} = \quad (8)$$

$$\text{Max } x_1, x_2(k) \sum_{k \in \Omega} f(k) \left\{ c_1'x_1 + c_2'(k)x_2(k) / A_1x_1 = b_1; B_1(k)x_1 + B_2(k)x_2(k) = b_2(k); x_1 \geq 0; x_2(k) \geq 0, k \in \Omega \right\} \quad (9)$$

Le modèle devient donc un modèle de programmation linéaire dans les variables  $x_1$  et  $x_2(k)$ ,  $k \in \Omega$ .

### • Disponibilité et allocation de la terre

L'allocation de la terre a lieu pendant la première phase. Les variables de décision de cette ressource (superficie cultivée par type de culture et niveau de jachère) ne dépendent donc pas de la pluviométrie.

#### **La terre disponible**

Dans ce cadre, il a été pris en compte: les terres disponibles selon différents types de sol: l'ensemble des sols cultivables pour l'igname notamment les sols hydromorphes des bas-fonds (SBF), les sols humifères des forêts boisées sur fronts pionniers (SHF), les sols humifères des jachères dégradées (SHJD) et les sols des terres marginales pour l'igname (STM). La collecte des données a porté sur la superficie moyenne disponible (ha) par type de ménage et par type de sol, la

superficie disponible par actif agricole (ha), la superficie disponible par tête (ha), la superficie cultivée par tête ou par actif.

Soit:

$TC$  l'ensemble des terres cultivables pour l'igname (SBF, SHF, SFJD, STM) disponibles au niveau des ménages.

$TC = \{SBF, SHF, SFJD, STM\}$  (10)

$SUPER(s, m)$  la disponibilité totale en terres cultivables (en ha) du type de sol  $s$  pour le ménage  $m$ . (11)

Cette superficie comprend les terres effectivement mises en culture d'une part, et les terres qui sont mises en jachère d'autre part.

### ***Allocation de la terre aux activités agricoles***

L'allocation de la terre aux activités agricoles prend en compte: la superficie des ménages laissée en jachère, la superficie cultivée en ha de la culture. Cette allocation optimale de la terre aux différentes cultures sera dépendante des ressources (terre, travail, des coûts des facteurs de production), des rendements, des prix des produits agricoles, du niveau souhaité d'autosuffisance alimentaire, etc. Les besoins en terres pour les différentes cultures sont représentés ici par la variable  $x(d, s, m)$  qui détermine la superficie cultivée (en hectare) de la culture  $d$  sur le type de sol  $s$  pour le ménage du type  $m$ . (12).

C'est une variable endogène dans la mesure où l'on cherche à ce que le modèle détermine la meilleure allocation possible de la terre aux différentes activités agricoles. Cette allocation optimale de la terre aux différentes cultures sera dépendante des ressources (terre, travail, des coûts des facteurs de production), des rendements, des prix des produits agricoles, du niveau souhaité d'autosuffisance alimentaire, etc.

Soit:

$jach(s, m)$  les superficies non mises en culture qui représentent les jachères du ménage  $m$ , (en ha). (13)

Soit

$\lambda(s)$  la portion des superficies des ménages laissée en jachère (14).

Pour un ménage donné, l'allocation de la terre aux différentes cultures  $\sum_j x(d, s, m)$  en plus de la jachère  $jach(s, m)$  ne doit pas alors excéder la disponibilité totale de terres. Dans ce modèle,  $SUPER(s, m)$  est fixe.

### ***La contrainte de terre***

Pour la contrainte terre, la demande et l'offre des terres doivent satisfaire à l'équation suivante:

$$\sum_d x(d, s, m) + jach(s, m) \leq SUPER(s, m); s \in S; m \in M \quad (15)$$

Cette équation indique que l'utilisation totale du type de sol  $s$  pour les différentes cultures ne doit pas dépasser la superficie totale disponible de ce même type de sol.

$$Jach(s, m) = \lambda(s) * SUPER(s, m); \quad (16)$$

La jachère est constituée d'une fraction  $\lambda$  des terres de cultures.

- **Disponibilité et allocation de la main-d'œuvre**

La campagne agricole peut être divisée en plusieurs périodes si l'on tient compte de la chronologie des activités dans le temps d'où la nécessité d'élaborer le calendrier cultural pour chaque système cultural. La longueur de chaque période est non seulement fonction du cycle de croissance de la culture mais aussi du profil de l'allocation des ressources.

### ***Les différentes périodes de la campagne agricole***

La démarche suivante a été adoptée:

Les différentes périodes de la campagne agricole ont été prises en compte (défrichement/désherbage, Billonnage/butage, semis/plantation sarclages, récolte,...).

### ***La main-d'œuvre disponible***

Pour déterminer la quantité de travail disponible durant la saison agricole, il a été considéré le nombre d'actifs par exploitation, le temps de travail disponible par actif et par jour, et le nombre de jours de travail disponible pendant la saison agricole en homme-jour. Le modèle prend en compte l'ensemble de la main-d'œuvre familiale (homme, femme, enfant) et le nombre d'actifs par type d'exploitation. Un coefficient a été introduit pour prendre en compte l'efficacité de l'utilisation de la main-d'œuvre. Ceci permet de soustraire du temps disponible les jours de voyages, des retards, des maladies et les diverses occupations d'ordre social et scolaire. On suppose également que les hommes, les femmes et les enfants n'ont pas les mêmes capacités de travail. Les facteurs de correction suivants ont été considérés pour prendre en compte la variation de l'efficacité dans le travail entre les hommes, les femmes et les enfants (0,9 ; 0,8 et 0,5 ou 0,3 respectivement). En outre, nous supposons que la quantité de main-d'œuvre disponible peut changer à certaines périodes de la campagne. Ce qui permet de faire recours à l'utilisation de la main-d'œuvre agricole salariée et à des formes d'entraide. Ainsi, il a été considéré aussi la main-d'œuvre salariée (en jour de travail) utilisée par le ménage et le coût de la main-d'œuvre salariée par journée de travail. Ce coût varie selon différents facteurs (région/village, période, opération culturale, disponibilité de la main d'œuvre salariée,...).

Désignons par :

*MOF* l'ensemble de la main-d'œuvre familiale.

$MOF = \{femmes, hommes, enfants\}$  (17)

*NOMBRE*( $t, m$ ) le nombre d'actifs de la catégorie  $t$  de l'exploitation  $m$  avec  $t \in T$  (18)

Pour déterminer la quantité de travail disponible par catégorie d'actif agricole, on tient compte du nombre de jours de travail disponible par actif agricole et par ménage. Sur cette base on obtient la main-d'œuvre familiale disponible par type d'exploitation.

*JOURS* ( $p, t, m$ ) le nombre de jour de travail familial disponible de la catégorie  $t$  en période  $p$  pour le ménage du type  $m$  ;  $p \in P$  ;  $t \in T$  ;  $m \in M$ ; (19)

Soit *EFFIC*( $t$ ) le coefficient d'efficacité par catégorie  $t$  d'actif agricole;  $t \in T$  (20).

Ce paramètre a été introduit pour prendre en compte la variation de l'efficacité dans le travail entre les hommes, les femmes et les enfants (0,9; 0,8 et 0,5 ou 0,3 respectivement). On définit alors la disponibilité de la main-d'œuvre pour la période  $p$  (en jours de travail), *MOF*( $p, m$ ) de la manière suivante:

$$MOF(p, m) = \sum_t NOMBRE(t, m) * Jours(p, t, m) * EFFIC(t) \quad (21)$$

### ***La main-d'œuvre requise pour un hectare de culture***

La main-d'œuvre requise pour un hectare de culture et pour une période donnée a été évaluée. La main-d'œuvre requise peut être définie comme étant le temps nécessaire (ou demande de main d'œuvre) pour la réalisation entière d'une opération culturale à une période donnée. Ce temps est fonction de la pluviométrie, du cycle de croissance des cultures, du type de sol/végétation, de l'opération culturale, des besoins des cultures et de la période d'exécution. Mais c'est surtout la stratégie et les moyens de production du paysan qui déterminent l'importance de la main-d'œuvre à mobiliser. On suppose que les besoins de main-d'œuvre sont identiques entre les cultures «pures» et les cultures associées.

La main-d'œuvre requise est fonction du type de sol/végétation, de la période et de la pluviométrie. En effet, l'investissement en main-d'œuvre varie selon les types de sols/végétation (SBF, SHF, SFJD, STM). Les périodes de semis/plantation sont plus longues en année de bonne pluviométrie et courtes en mauvaise saison. Le niveau d'enherbement est plus important lorsque la saison est bonne et moindre lorsque cette dernière est mauvaise. Ce qui entraîne que la main-d'œuvre requise par ha et par période sera plus importante pendant les saisons de bonne et moyenne pluviométrie que pendant la saison de mauvaise pluviométrie. Cependant, avec le décalage des hysohètes ces dernières années, les débuts de saison sont devenus aléatoires, ce qui amène les paysans à changer de stratégies de semis/plantation. En effet, le semis/plantation à sec prend de l'ampleur et dès les premières pluies les paysans sèment l'essentiel des superficies sans attendre d'autres pluies, quitte à faire des resemis. Pour le paysan, il faut être précoce dans la saison compte tenu du caractère imprévisible des pluies.

Désignons par  $MO(d, p, k, m)$  (22) la main-d'œuvre requise pour la récolte d'un hectare de la culture  $d$ , en période  $p$  pour la saison du type  $k$  et pour le ménage du type  $m$ . Comme sus mentionnée, cette main-d'œuvre est fonction de la pluviométrie. En année de bonne pluviométrie les récoltes sont plus importantes qu'en année de mauvaise pluviométrie. On suppose que cette main-d'œuvre augmente de 10% en année de bonne pluviométrie et diminue de 10% en année de mauvaise pluviométrie.

### ***La contrainte main-d'œuvre***

Pour la contrainte de la main-d'œuvre, l'équation établie indique que la somme de l'utilisation de la main-d'œuvre pour une période considérée ne doit pas excéder la disponibilité totale de la main-d'œuvre pour cette même période.

L'équation de la contrainte main-d'œuvre peut s'exprimer de la manière suivante:

$$\sum_d \sum_s MO(d, p, k, m) * x(d, s, m) \leq MOF(p, m) + mosalark(p, k, m);$$

$$m \in M \quad (23)$$

$x(d, s, m)$  étant la variable endogène qui détermine l'allocation possible de la terre aux différentes cultures. Les termes de gauche représentent la demande de travail (en jours en une période  $p$  donnée) et ceux de droite, le travail disponible pour la période  $p$ . Pour l'équation (23), les termes de gauche et de droite sont fonction de la pluviométrie ( $k$ ).

Ces équations signifient que la somme de l'utilisation de la main-d'œuvre pour la période  $p$  ne doit pas excéder la disponibilité totale de la main-d'œuvre pour cette même période  $p$ .

- **La contrainte de liquidité**

***Les besoins de liquidité pour la production***

Les besoins de liquidité pour la production (FCFA/ha) pour différentes cultures pour une période donnée correspond aux coûts de production (FCFA) des différentes cultures pour la même période en fonction du type de ménage.

Soit :

$C(d,p,m)$ , le besoin de liquidité pour la production (FCFA/ha) pour un hectare de la culture  $d$  pour la période  $p$  (24)

***Les sources de financement disponibles***

Plusieurs sources de financement peuvent être identifiées pour apprécier la disponibilité monétaire qui est l'un des facteurs qui déterminent le choix des activités de production. L'accès au crédit est l'une des principales difficultés que rencontrent les producteurs. Seulement quelques producteurs ont accès aux mécanismes formels de crédit à travers la CLCAM, la CAVECA, le PADME,... Les modalités d'accès aux crédits formels sont souvent contraignantes pour les producteurs. Cette source est parfois complétée par des crédits contractés auprès des proches ou des commerçants. Cette situation implique une faible capacité de financement de la production agricole en général et celle de l'igname en particulier.

La disponibilité en ressources financières pour financer les opérations de production d'igname est principalement déterminée par les fonds propres dont le ménage dispose en début de campagne, représentée ici par:

$CAPITAL(m)$  (25)

***Les contraintes sur les coûts de production***

Désignons par:

$cap(p,m)$  le montant du capital disponible en une période  $p$  donnée pour le ménage du type  $m$  (26).

$coutprod(p, m)$  le coût de production en une période  $p$  donnée pour le ménage du type  $m$  :  $Coutprod(p, m) = \sum_d \sum_s x(d, s, m) * C(d, p, m)$  (27).

$cap(p,m) = CAPITAL(m) - coutprod(p, m)$  (28)

$cap(p,m) \geq 0$ ;

- **La production**

Les variables de décisions seront définies plus loin. Il s'agit notamment:

$achat(a,k,m)$ ,  $vente(a,k,m)$ ,  $auconsom(a,k,m)$ ,  $stock(a,k,m)$ ,  $product(a,k,m)$  qui sont de la deuxième phase du modèle et les paramètres de rendement  $Y(d,a,s,k,m)$  seront dépendants de la pluviométrie.

### ***Estimation des rendements moyens***

L'estimation des rendements moyens (t/ha) a été faite en fonction du type de culture, de sol, de saisons et de ménage.

### ***Estimation des rendements en fonction des types de saisons***

Il a été aussi estimé les variations des rendements par culture suivant la situation des champs sur la toposéquence en période de mauvaise et bonne pluviométrie.

### ***Paramètres et équation de la production***

Soit :

$Y(d,a, s,k,m)$  le rendement (en kg/ha) du produit  $a$  de la culture  $c$  sur le type de sol  $s$ , en saison  $k$ , du ménage  $m$ ; avec  $a \in A$ ;  $d \in D$ ;  $s \in S$ ;  $k \in K$ ;  $m \in M$  (29).

$$\sum_d \sum_s x(d,s,m) * Y(d,a,s,k,m) = \text{product}(a,k,m); a \in A; k \in K; m \in M \quad (30)$$

avec la restriction que  $Y(d, a, s, k, m)=0$  s'il n'y a pas une correspondance entre la culture  $c$  et le produit  $a$ .

Cette équation implique que la production totale de la culture  $c$  est égale à la quantité totale du produit  $a$ .

### ***Utilisation de la production***

Il a été pris en compte dans le cadre de l'utilisation de la production: la vente, la quantité du produit annuellement vendue (en kg) après la récolte par saison et par type de ménage, la quantité de chaque produit annuellement autoconsommée par saison et par type de ménage (en kg par an), la quantité de chaque produit stockée en fin de saison et par saison et par type de ménage et les quantités de perte et de don.

Définissons les variables:

$\text{vente}(a,k,m)$  (31) la quantité du produit  $a$  annuellement vendue (en kg) après la récolte en une période donnée par le ménage du type  $m$  si la saison est du type  $k$ ;

$\text{auconsom}(a, k,m)$  (32) comme la quantité du produit  $a$  annuellement autoconsommée, issue de la production du ménage du type  $m$ , si la saison est du type  $k$ ; (en kg par an).

$\text{stock}(a,k,m)$  (33) la quantité du produit  $a$  stockée en fin de saison du type  $k$  par le ménage du type  $m$ .

L'équation établie montre l'adéquation entre la quantité annuelle de produit par type de ménage et les quantités autoconsommées, vendues, stockées, perdues et données par type de ménage. L'équation du bilan de l'utilisation de la production s'écrit comme suit:

$$\text{produc}(a,k,m) = \text{auconsom}(a,k,m) + \text{vente}(a,k,m) + \text{stock}(a,k,m) \quad (34)$$

Cette équation stipule que la production est égale à l'autoconsommation plus les ventes et les stocks plus les dons et plus les pertes.

#### **• La contrainte de consommation**

Le risque lié à la saison a été pris en compte dans le cadre de la contrainte de consommation. En cas de mauvaise saison, les producteurs sont parfois contraints à acheter certains produits pour le ménage. Ainsi, il est pris en compte dans le modèle la quantité du produit annuellement achetée par saison et par type de ménage (en kg par an) pour la consommation. Il est établi l'équation de la consommation en considérant le besoin annuel total de calories par type de ménage (en kilocalories).

Les besoins énergétiques pour la région centre du Bénin sont calculés en partant des normes établies par la FAO/OMS/UNU (1985), du poids corporel moyen (homme à 60 kg et femme à 50 kg), et du niveau de l'activité physique. A partir de ce travail, le besoin annuel de chaque type de ménage a été évalué en calculant la moyenne pour chaque catégorie de personne (homme, femme et enfant) pour les tranches d'âge (1 à 14 ans, 15 à 60 ans et plus) et en multipliant par 365 jours. On suppose que ces besoins sont satisfaits à partir de la consommation des principaux produits vivriers. L'apport calorifique des principaux produits vivriers (en Kcal/kg) a été déterminé.

Les produits de récolte sont principalement destinés à l'autoconsommation pour satisfaire les besoins alimentaires des ménages et la vente pour faire face aux besoins domestiques de liquidité. D'où l'introduction dans le modèle, la contrainte de consommation qui prend en compte cette préoccupation du producteur. Les produits consommés sont généralement l'igname, le maïs, le manioc, le sorgho, le niébé, l'arachide, le riz, le soja. Toutefois, l'igname et le maïs couvrent une proportion très importante des besoins de consommation (75% et 50% respectivement des besoins en consommation pour tenir compte des habitudes alimentaires des populations).

Nous définissons:

$achat(a, k, m)$  (35) la quantité du produit  $a$  annuellement achetée (en kg par an) pour la consommation par le ménage du type  $m$  si la saison est du type  $k$ .

$BECALTO(m)$  (36) le besoin annuel total de calories du ménage du type  $m$  (en kilocalories). Nous supposons qu'il ne dépend pas de  $k$ .

Ce besoin énergétique annuel est estimé à 900000 kilo-calories pour l'homme, 800000 kilo-calories pour la femme et 700000 kilo-calories pour l'enfant.

Nous avons supposé que ces besoins sont satisfaits à partir de la consommation des principaux produits vivriers sus mentionnés qui sont consommés dans le courant de l'année.

Les besoins énergétiques annuels pour chaque type de ménage des différents villages, la valeur calorifique de chacun des vivriers ont été estimés.

Designons par:

$CALORIES(a)$  le nombre de calories par kilogramme (en Kcal / kg) du produit  $a$ ;  $a \in A$  (37)

L'équation de la consommation prend la forme suivante :

$$\sum_a (autoconsom(a, k, m) + achat(a, k, m) * CALORIES(a) \geq BECALTO(m) \quad k \in K; \quad m \in M. \quad (38).$$

L'équation établie indique que la somme des produits consommés par type de ménage multipliée par le nombre de calories plus la quantité de produit achetée sur le marché multipliée par le nombre de calories doit être supérieure ou égale aux besoins de consommation par ménage.

Dans cette équation, le terme de gauche représente la consommation du ménage (exprimée en kilocalories). Cette consommation doit être couverte par la partie consommée de la production du ménage ( $autoconsom(a, k, m)$ ), éventuellement en cas de déficit par les achats sur le marché ( $achat(a, k, m)$ ). Le terme de droite représente les besoins de consommation des membres du ménage (exprimés en kilocalories). L'équation signifie que la somme des produits consommés multipliée par le nombre de calories plus la quantité de produit achetée sur le marché multipliée par le nombre de calories doit être supérieure ou égale aux besoins de consommation. Etant donné qu'une partie des besoins en consommation doit être

couverte par le maïs et l'igname en raison des habitudes alimentaires de la région centrale du Bénin, définissons par:

*PROPIGNAME*, *PROPMAÏS* les proportions des besoins de consommation à couvrir par l'igname et le maïs (75 % et 50 % respectivement) (39)

*autoconsom(igname, k, m)* (40), la quantité d'igname produite et autoconsommée pendant le type de saison *k* par le ménage du type *m* ; et *achat('igname', k, m)*, la quantité d'igname achetée (63) pendant le type de saison *k* par le ménage du type *m*; *autoconsom(maïs, k, m)* (41), la quantité de maïs produite et autoconsommée pendant le type de saison *k* par le ménage du type *m* ; et *achat('maïs', k, m)* (42), la quantité de maïs achetée pendant le type de saison *k* par le ménage du type *m*.

On intègre les équations suivantes:

$$(autoconsom(igname, k, m) + achat(igname, k, m)) * CALORIES(igname) \geq$$

$$PROPIGNAME * BECALTO(m)$$

$$k \in K; m \in M. (43)$$

$$(autoconsom(maïs, k, m) + achat(maïs, k, m)) * CALORIES(maïs) \geq$$

$$PROPMAÏS * BECALTO(m)$$

$$k \in K; m \in M. (44)$$

## • L'élevage

En plus de l'agriculture, l'élevage constitue aussi une activité pratiquée par certains ménages agricoles. Il s'agit notamment de l'élevage des ruminants (ovins, caprins, bovins) et porcins souvent qualifiés comme une forme d'épargne sur "pied" dont l'objectif est de permettre à l'exploitant de faire face à ses besoins monétaires surtout pendant les périodes de vache maigre. Il s'agit donc d'un élevage qui n'est pas principalement destiné à la vente, mais qui joue le rôle d'une assurance sociale. Les animaux sont souvent laissés en divagation. Il n'y a pas un calendrier alimentaire/fourrager rigoureusement établi pour les animaux. L'intégration agriculture et élevage en terme de fourniture du fumier/déjections animales pour la fertilisation organique des sols est rarement pratiquée dans les systèmes de production à base d'igname de la région centre du Bénin. L'élevage extensif constitue la pratique dominante des éleveurs peuls (Maliki et al. 2001; Maliki et al., 2002). Partant, l'élevage n'est pas pris en compte dans le modèle.

## • Profit réalisé par type de saison

Le ménage fait face à des flux de trésorerie à toutes les périodes de l'année. Les ventes et les achats ont été pris en compte dans le modèle, exception faite de crédit parce que peu pratiqué par les producteurs d'igname. Les ventes des produits de récolte ont lieu en une période donnée de l'année. Tandis que les achats peuvent s'exécuter en une autre période. Le flux de trésorerie et le profit sont donc fonction de la pluviométrie. Le profit est égal à somme des quantités de produits vivriers annuellement vendues par le ménage moins les achats (produits vivriers), moins les coûts totaux de production.

Soit

*PRIX(a, k)* (45) le prix de vente du produit *a* (en FCFA/kg) au cas où la saison est du type *k*; *a* ∈ *A*; *k* ∈ *K*).



$PRIXACH(a, k)$  (46) le prix d'achat du produit  $a$  (en FCFA/kg) au cas où la saison est du type  $k$ ;  $a \in A$ ;  $k \in K$ ;

$SALAIRE(p)$  (47) le coût de la main-d'œuvre salariée par journée de travail en période  $p$ . Ce coût varie entre les différentes périodes.

Soit  $profit(k, m)$  (48) le profit si la saison est du type  $k$  (en FCFA). L'équation du flux de trésorerie si la saison est du type  $k$  s'écrit :

$$\begin{aligned} & \sum_a \text{vente}(a, k, m) * PRIX(a, k) - \sum_a \text{achat}(a, k, m) * PRIXACH(a, k) \\ & - \sum_d \sum_s \sum_p x(d, s, m) * C(d, p, m) \\ & - \sum_p \text{mosalark}(p, k, m) * SALAIRE(p) = \text{profit}(k, m) \end{aligned} \quad (49)$$

Le profit est égal à la vente moins les achats, moins les coûts de production. Il doit être positif ( $profit(k, m) \geq 0$ ).

On postule que si les quantités produites par le ménage ne sont pas suffisantes, il va en acheter sur le marché.

### • Fonction objectif

La fonction objectif mesure la valeur optimale de l'allocation des ressources productives qui permet au ménage d'avoir le maximum de revenu/profit. La maximisation porte sur le revenu net du ménage pondéré par la probabilité d'occurrence  $k$  des états de la nature. En d'autres termes, c'est la valeur de la production totale diminuée de celle des quantités auto-consommées, des achats et des coûts de production le tout pondéré par la probabilité d'occurrence de  $k$ .

Définissons par

$Z$  la fonction objectif à maximiser. On maximise la valeur espérée du profit :

$$\sum_k (\text{profit}(k, m) * f(k)) - Z = 0 \quad (50)$$

Dans le modèle  $x(d, s, m)$ ,  $jach(s, m)$ ,  $mosalark(p, k, m)$ ,  $produc(a, k, m)$ ,  $vente(a, k, m)$ ,  $achat(a, k, m)$ ,  $stock(a, k, m)$ ,  $auconsom(a, k, m)$ ,  $profit(k, m) \geq 0$ . (51)

Les valeurs duales de production des modèles ménages ont été prises en compte dans l'analyse. L'intérêt des valeurs duales des contraintes des ressources productives est qu'elles fournissent des informations économiques très importantes sur la solution optimale. Elles mesurent la contribution à la fonction « objectif » de la ressource qui est limitante au cas où une unité supplémentaire de celle-ci viendrait à être disponible. Elles permettent ainsi de connaître là où des efforts doivent être faits pour lever les contraintes les plus importantes. Les valeurs duales sont donc identiques aux valeurs marginales des ressources de production dans la théorie économique. On parlera aussi de coût d'opportunité ou valeurs duales des ressources. Par exemple, le coût d'opportunité de la main-d'œuvre ou valeur duale de la main d'oeuvre (FCFA/homme-jour) est le montant que le producteur serait prêt à payer afin d'acquérir un homme- jour de travail supplémentaire en une période donnée. La valeur duale de la terre (FCFA/ha) ou coût d'opportunité de la terre est le montant que le producteur serait prêt à payer pour acquérir 1 ha de terrain en une période donnée.

Le modèle fournit pour chaque type de ménage le plan optimal d'allocation des terres aux cultures qui satisfont aux besoins alimentaires et maximise le profit. Ces plans sont déterminés par les coefficients techniques qui sont inclus dans le modèle

(rendements, main-d'œuvre requise, coût de production, prix des produits) mais également par les ressources disponibles (terre, travail, capital).

Les tableaux 27 et 28 indiquent le récapitulatif des ensembles, paramètres et variables d'une part et des équations d'autre part pour le modèle ménage de base.

Tableau 27 : Récapitulatif des ensembles, paramètres et variables du modèle ménage de base

Ensemble	variable
$M$	$x(d, s, m)$
$D$	$jach(s, m)$
$A$	$mosalark(p, k, m)$
$\Omega$	$cap(p, m)$
$S$	$coutprod(p, m)$
$P$	$produc(a, k, m)$
$T$	$vente(a, k, m)$
Paramètre	$autoconsom(a, k, m)$
$SUPER(s, m)$	$stock(a, k, m)$
$\lambda(s)$	$achat(a, k, m)$
$Nombre(t, m)$	$autoconsom(igname, k, m)$
$Jours(p, t, m)$	$achat(igname, k, m)$
$EFFEIC(t)$	$autoconsom(mais, k, m)$
$MOF(p, m)$	$achat(mais, k, m)$
$SALAIRE(p)$	$profit(m)$
$MO(d, p, m)$	
$C(d, p, m)$	
$CAPITAL(m)$	
$Y(d, a, s, k, m)$	
$BECALTO(m)$	
$CALORIES(a)$	
$PROPIGNAME$	
$PROPMAIS$	
$PRIX(a, k)$	
$PRIXACH(a, k)$	

Tableau 28 : Récapitulatif des équations du modèle ménage de base

$Max Z = \sum_k (profit(k, m) * f(k))$
$\sum_d x(d, s, m) + jach(s, m) \leq SUPER(s, m); s \in S; m \in M$
$Jach(s, m) = \lambda(s) * SUPER(s, m);$
$MOF(p, m) = \sum_t NOMBRE(t, m) * Jours(p, t, m) * EFFEC(t) \quad p \in P; t \in T; m \in M$
$\sum_d \sum_s MO(d, p, m) * x(d, s, m) \leq MOF(p, m) + mosalark(p, k, m); p \in P; m \in M$
$\sum_d \sum_s x(d, s, m) * C(d, p, m) = Coutprod(p, m)$
$cap(p, m) = CAPITAL(m) - coutprod(p, m)$
$\sum_d \sum_s x(d, s, m) * Y(d, a, s, k, m) = product(a, k, m) \quad a \in A; k \in K; m \in M$
$produc(a, k, m) = autoconsom(a, k, m) + vente(a, k, m) + stock(a, k, m) \quad a \in A; k \in K$
$\sum_a (autoconsom(a, k, m) + achat(a, k, m) * CALORIES(a) \geq BECALTO(m) \quad k \in K; m \in M$
$(autoconsom(igname, k, m) + achat(igname, k, m)) * CALORIES(igname) \geq \quad k \in K; m \in M.$
$PROPIGNAME * BECALTO(m)$
$(autoconsom(mais, k, m) + achat(mais, k, m)) * CALORIES(mais) \geq \quad k \in K; m \in M$
$PROPMAIS * BECALTO(m)$

$$\begin{aligned} & \sum_a \text{vente}(a, k, m) * \text{PRIX}(a, k) - \sum_a \text{achat}(a, k, m) * \text{PRIXACH}(a, k) \\ & - \sum_d \sum_s \sum_p x(d, s, m) * C(d, p, m) \\ & - \sum_p \text{mosalark}(p, k, m) * \text{SALAIRE}(p) = \text{profit}(k, m) \end{aligned}$$

## • Validation des modèles ménages

Avant d'analyser la réaction des ménages à l'introduction des nouvelles technologies, il nous faut tout d'abord procéder à la validation des modèles, c'est-à-dire évaluer leur capacité à refléter les systèmes de production actuels des producteurs. C'est un processus qui permet de légitimer le modèle tant du côté du modéliste que de l'utilisateur des résultats. Dans cette étude, la méthode appropriée pour cette validation a consisté à comparer les résultats prédits par les modèles aux réalités observées sur le terrain. Elle a été donc faite à partir d'une analyse comparée des systèmes de production, des revenus, des valeurs duales de la terre et de la main-d'oeuvre.

## • Introduction des nouvelles technologies dans le modèle ménage

Les systèmes de production à base d'igname qui ont été considérés dans le modèle se présentent comme suit (Toukourou *et al.*, 2003; Maliki, 2006 ; Maliki *et al.*, 2009) :

- *Systèmes endogènes de production d'igname: rotation jachère d'andropogon d'un an-igname (JachAndro1), rotation maïs/sorgho-igname (MaïsSorgh), rotation maïs-igname(Maïs), défriche-brûlis sur front pionnier-igname (DéfBrûFr), défriche-brûlis jachère dégradée-igname (DéfBrûJach), rotation défriche sur bas-fond-igname (Bas-fond).*
- *Systèmes améliorés de production d'igname: rotation Aeschynomene d'un an-igname (Aeschy1), rotation Mucuna-igname (Muc), rotation Aeschynomene de 2 ans-igname (Aeschy2), rotation Aeschynomene d'un an sur sole de Gliricidia-igname (Aeschy1+Gli), rotation Andropogon d'un an sur sole de Gliricidia-igname (JachAndro1+Gli), rotation Gliricidia+Andropogon de 2 ans-igname (JachAndro2+Gli), rotation Gliricidia+Andropogon de 2 ans+engrais (100 kg de NPK 14 23 14)-igname (JachAndro2+Gli+E), rotation-Gliricidia coupé au ras+Andropogon de 2 ans-igname (JachAndro2+Gli\_C), rotation-Gliricidia coupé au ras+Andropogon de 2ans+engrais-igname (JachAndro2+Gli\_C+E)*
- *Systèmes améliorés de production d'igname adapté par les producteurs: défriche brûlis de la jachère Aeschynomene de deux ans sur sole de Gliricidia sepium (DéfBrû Aeschy2+Gli)*

Ces systèmes (endogènes et améliorés) vont au-delà de la simple description pour inclure l'évaluation économique qui prépare aux calculs des coefficients inputs/ outputs nécessaires dans la construction des modèles de programmation linéaire.

La formulation de la structure du modèle ménage prend en compte l'insertion des nouvelles technologies. A cet effet, certains paramètres, variables de décision et équations du modèle ménage de base ont été modifiés. L'introduction de nouvelles technologies conditionne par exemple une demande plus importante de main-d'oeuvre. Pour les variables de décision, seules celles de la première phase qui

déterminent la superficie à allouer à chaque culture sous différentes technologies ont été redéfinies.

### **Les activités agricoles**

Il a été considéré de nouveaux ensembles de cultures, de produits et de technologies (endogène et améliorée).

Soit

$E = \{\text{maïs, igname, manioc, soja, niébé, arachide, riz, sorgho, voandzou, goussi, coton, maïs-soja maïs-niébé, maïs-arachide, maïs/sorgho-igname, maïs-manioc, anacardier}\}$  (52)

De l'ensemble de ces cultures, 12 types de produits sont attendus; il s'agit du *maïs, igname, manioc, soja, niébé, arachide, riz, sorgho, voandzou, goussi, coton, anacarde*. Soit

F l'ensemble de ces produits.

$F = \{\text{maï, ign, man, soj, nié, ara, riz, sorg, voa, gou, cot, ana}\}$  (53)

TECH l'ensemble des technologies (traditionnelles et nouvelles).

$TECH = \{\text{rotation jachère d'andropogon-igname, rotation maïs/sorgho-igname, rotation maïs-igname, défriche-brûlis sur front pionnier-igname, défriche-brûlis jachère dégradée-igname, rotation défriche sur bas-fonds-igname, rotation Aeschynomene d'un an-igname, rotation Aeschynomene de 2 ans-igname, rotation Aeschynomene sur sole de Gliricidia-igname, rotation Andropogon d'un an sur sole de Gliricidia-igname, rotation Andropogon de 2 ans+Gliricidia-igname, rotation Andropogon de 2 ans+Gliricidia+engrais (100 kg de NPK 14 23 14)-igname, rotation Andropogon de 2 ans+Gliricidia coupé+igname, rotation-Gliricidia coupé au ras+Andropogon de 2 ans+engrais-igname, Défriche brûlis de la jachère Aeschynomene de 2 ans sur sole de Gliricidia sepium}\}$

Ou :

$TECH = \{\text{JachAndro1, MaïsSorgh, Maïs, DéfBrûFr, DéfBrûJach, Bas-fonds, Aeschy1, Muc, Aeschy2, Aeschy1+Gli, JachAndro1+Gli, JachAndro2+Gli, JachAndro2+Gli+E, JachAndro2+Gli_C, JachAndro2+Gli_C+E, DéfBrû Aeschy2+Gli}\}$  (54)

### **Allocation des terres aux activités agricoles**

La variable de décision prend en compte la superficie qui a été allouée par culture sur un type de sol donné et sous un type de technologie et par type de ménage. Ainsi, l'équation de la contrainte intègre les superficies sous technologies endogènes et améliorées.

La variable de décision  $x(d,s,m)$  devient  $x(d,s,tech,m)$  (55)

C'est la superficie qui sera allouée à la culture  $d$  sur le type de sol  $s$  sous la technologie du type  $tech$  par le ménage du type  $m$ .

### **Contrainte de terre**

L'équation de la contrainte terre devient:

$$\sum_{tech} \sum_d x(d,s,tech,m) + jach(s,m) \leq SUPER(s,m); s \in S; m \in M \quad (56)$$

### **Main-d'oeuvre requise pour un hectare de culture sous différentes technologies**

Il a été déterminé la main-d'oeuvre requise pour un hectare de la culture quelconque pour une période donnée avec un type de technologie (en jours par période par ha) et pour un type de ménage donné. L'accroissement des besoins requis de main-d'oeuvre des nouvelles technologies a été estimé. Les différents paramètres de la main-d'oeuvre ont été redéfinis afin de prendre en compte le surplus de travail induit par les nouvelles technologies. Le paramètre (22) peut alors s'écrire de la manière suivante:

$MOTECH(d, p, k, tech, m)$  (57) : la main-d'oeuvre requise pour un hectare de la culture  $d$  pour la période  $p$  avec la technologie du type  $tech$  (en jours par période par ha) pour le ménage du type  $m$ .

De ce fait, l'équation (23) de la contrainte main-d'oeuvre prend la formulation suivante:

$$\sum_{tech} \sum_d \sum_s MOPTEH(d, p, k, tech, m) * x(d, s, tech, m) \leq MOFAMIL(p, m) + mosalarc(p, m);$$

$P \in P; m \in M$  (58).

### **Besoin de liquidité des nouvelles technologies**

Les budgets partiels des nouvelles technologies et des technologies traditionnelles ont été établis. Cela intègre le coût des investissements liés à l'adoption des nouvelles technologies. Ainsi, le paramètre et l'équation des coûts de production ont été reformulés. Le modèle prend en compte le besoin de liquidité (en FCFA/ha) pour la production d'un hectare de la culture sous une technologie en une période donnée. Partant, l'équation des coûts de production (la contrainte de liquidité) a été également reformulée intégrant les technologies.

Le paramètre (24) devient:

$CTECH(d, p, tech, m)$  (59) est le besoin de liquidité (en FCFA/ha) pour la production d'un hectare de culture  $d$ , en période  $p$  avec la technologie  $tech$ . L'équation des coûts de production (la contrainte de liquidité) prend la formulation suivante :

$$\sum_{tech} \sum_d \sum_s x(d, s, tech, m) * CTECH(d, p, tech, m) = Coutprod(p, m) \quad (60)$$

### **- Rendements et la production**

Les rendements des nouvelles technologies, des technologies traditionnelles, de même que les accroissements de rendements dus aux nouvelles technologies par rapport aux pratiques des paysans ont été établis.

Le paramètre et l'équation ont été reformulés. Il a été pris en compte le rendement (en t/ha) d'une culture donnée sur un type de terre, en une saison et avec une technologie donnée.

Afin de les prendre en compte dans le modèle, le paramètre (29) et l'équation (30) ont été reformulés de la manière suivante :

Le paramètre (29) devient

$YTECH(d, a, s, k, tech, m)$ : le rendement (en kg/ ha) du produit  $a$  de la culture  $d$  sur le type de sol  $s$ , en saison  $k$ , avec la technologie  $tech$ ; (61).

L'équation (30) de la production s'écrit alors de la façon suivante :

$$\sum_d \sum_s \sum_{tech} x(d, s, tech, m) * YTECH(d, a, s, k, tech, m) = product(a, k, m) \quad a \in A; k \in K; m \in M \quad (62)$$

- **Equation du flux de trésorerie**

L'équation (49) du flux de trésorerie prend la formulation suivante.

$$\begin{aligned} & \sum_a vente(a, k, m) * PRIX(a, k) - \sum_a achat(a, k, m) * PRIXACH(a, k) \\ & - \sum_d \sum_{tech} \sum_s \sum_p x(d, s, tech, m) * CTECH(d, p, tech, m) \\ & - \sum_p mosalark(p, k, m) * SALAIRE(p) = profit(k, m) \end{aligned} \quad (63)$$

Les tableaux 29 et 30 indiquent le récapitulatif des ensembles, paramètres et variables d'une part et des équations d'autre part pour le modèle ménage de base avec les technologies.

Tableau 29 : Récapitulatif des ensembles, paramètres et variables du modèle ménage de base avec les technologies

Ensemble	variable
<i>M</i>	$x(d, s, tech, m)$
<i>D</i>	$jach(s, m)$
<i>A</i>	$mosalark(p, k, m)$
$\Omega$	$cap(p, m)$
<i>S</i>	$coutprod(p, m)$
<i>P</i>	$produc(a, k, m)$
<i>T</i>	$vente(a, k, m)$
<b>Paramètre</b>	$autoconsom(a, k, m)$
$SUPER(s, m)$	$stock(a, k, m)$
$\lambda(s)$	$achat(a, k, m)$
$Nombre(t, m)$	$autoconsom(igname, k, m)$
$Jours(p, t, m)$	$achat(igname, k, m)$
$EFFIC(t)$	$autoconsom(mais, k, m)$
$MOFAMIL(p, m)$	$achat(mais, k, m)$
$SALAIRE(p)$	$profit(m)$
$MOTECH(d, p, tech, m)$	
$CTECH(d, p, tech, m)$	
$CAPITAL(m)$	
$Y(d, a, s, k, tech, m)$	
$BECALTO(m)$	
$CALORIES(a)$	
$PROPIGNAME$	
$PROPMAIS$	
$PRIX(a, k)$	
$PRIXACH(a, k)$	

Tableau 30 : Récapitulatif des équations du modèle ménage de base avec les technologies

$Max Z = \sum_k (profit(k, m) * f(k))$
$\sum_{tech} \sum_d x(d, s, tech, m) + jach(s, m) \leq SUPER(s, m); s \in S; m \in M$
$Jach(s, m) = \lambda(s) * SUPER(s, m);$
$MOF(p, m) = \sum_t NOMBRE(t, m) * Jours(p, t, m) * EFFIC(t) \quad p \in P; t \in T; m \in M$
$\sum_{tech} \sum_d \sum_s MOP(d, p, k, tech, m) * x(d, s, tech, m) \leq MOF(p, m) + mosalark(p, k, m); p \in P;$

$m \in M$
$\sum_{tech} \sum_d \sum_s x(d, s, tech, m) * CTECH(d, p, tech, m) = Coutprod(p, m)$
$cap(p, m) = CAPITAL(m) - coutprod(p, m)$
$\sum_{tech} \sum_d \sum_s x(d, s, tech, m) * YTECH(d, a, s, k, tech, m) = product(a, k, m) \quad a \in A; k \in K; m \in M$
$produc(a, k, m) = auconsom(a, k, m) + vente(a, k, m) + stock(a, k, m) \quad a \in A; k \in K$
$\sum_a (autoconsom(a, k, m) + achat(a, k, m) * CALORIES(a) \geq BECALTO(m) \quad k \in K; m \in M$
$(autoconsom(igname, k, m) + achat(igname, k, m)) * CALORIES(igname) \geq PROPIGNAME * BECALTO(m) \quad k \in K; m \in M.$
$(autoconsom(maïs, k, m) + achat(maïs, k, m)) * CALORIES(maïs) \geq PROPMAÏS * BECALTO(m) \quad k \in K; m \in M$
$\sum_a vente(a, k, m) * PRIX(a, k) - \sum_a achat(a, k, m) * PRIXACH(a, k)$ $- \sum_{tech} \sum_d \sum_s \sum_p x(d, s, tech, m) * CTECH(d, p, tech, m)$ $- \sum_p mosalark(p, k, m) * SALAIRE(p) = profit(k, m)$

### 11.1.3. Modèle village à base d'igname

La démarche consiste à partir de la structure du modèle ménage de base ci-dessus décrite pour formuler le modèle village. Les variables, paramètres et équations définis dans le modèle ménage restent valables pour le modèle village et ne sont plus repris à ce niveau, mis à part les équations sur l'allocation des terres, de la main-d'oeuvre et la fonction objectif qui ont été reformulés. Les paramètres des modèles villages ont été obtenus en pondérant ceux des modèles ménages par le nombre de ménages types présents dans chacun des villages. Dans cette perspective, l'accent a été mis sur la durabilité des terres à l'échelle du village, les relations entre les ménages en ce qui concerne l'utilisation de certaines ressources (l'échange de main-d'oeuvre entre les ménages, la gestion des terres communes). Pour ce faire, de nouveaux paramètres ont été considérés; les variables de décision et équations ont été formulées afin de les prendre en compte dans le modèle. Dans un premier temps, il a été procédé à la reformulation des équations en intégrant des modifications dans le modèle ménage prenant ainsi en compte les nouvelles préoccupations (durabilité, échange de main-d'oeuvre, ...).

- **Disponibilité et allocation de la terre**

Dans le modèle village, il a été pris en compte la superficie (ha) des terres communes du village qui représentent le patrimoine commun de tous les ménages. Ce sont des réserves de terres placées souvent sous la responsabilité du chef de village. Elles sont localisées dans les jachères naturelles et sont affectées en fonction des demandes et des besoins de certains ménages surtout des autochtones. Inexploitées, elles servent de pâturage pour les animaux et de lieu d'approvisionnement en bois- énergie. Dans la structure du modèle ménage,  $SUPER(s, m)$  était considérée comme fixe. Cette condition sera relaxée étant donné que certains ménages (immigrants) enquêtent de terre fertile pour l'igname s'adonnent à l'exploitation des terres communes pour les systèmes de production à base d'igname.

Désignons par  $utiltercom(s, m)$  (64) la portion (en ha) du type de sol  $s$  des terres communes qui sera peut être défrichée par le ménage du type  $m$  en fonction de ses besoins en terre.

La portion des terres communes nécessaires pour le pâturage des animaux de l'ensemble des ménages ne sera pas prise en compte. Etant donné que l'élevage extensif de gros ruminants est pratiqué par les éleveurs et certains agro-éleveurs peulhs à qui certains agriculteurs confient leurs bœufs. Ces couches socioprofessionnelles ne sont pas considérées dans le modèle.

La contrainte sur les terres (équation (15) du modèle ménage) prend la formulation suivante à l'échelle du village :

$$\sum_d x(d, s, m) + jach(s, m) \leq SUPER(s, m) + utiltercom(s, m); s \in S; m \in M \quad (65)$$

Cette équation indique que l'utilisation totale du type de sol  $s$  pour les différentes cultures ne doit pas dépasser la superficie totale disponible de ce même type de sol.

$$\sum_m utiltercom(s, m) \leq TERCOM(s); s \in S \quad (66)$$

Cette équation signifie que la somme des exploitations des terres communes pour les besoins de certains ménages pour les cultures et particulièrement l'igname ne doit pas excéder la superficie des terres communes.

- **Disponibilité et allocation de la main-d'œuvre**

Pour prendre en compte l'échange de la main-d'oeuvre entre les différents type de ménages dans les villages, il a été défini la main-d'oeuvre reçue par les ménages d'un type de ménage de ceux d'autres type de ménage en une période donnée. L'échange de main-d'œuvre (entraide) entre les ménages a lieu dans certains villages pendant les périodes de pointe (périodes de préparation des champs et d'entretien des cultures).

Définissons par:

$Moech(p, m, n)$  la main d'oeuvre fournie par les ménages du type (67)  $m$  aux ménages du type  $n$  en période  $p$  (le premier donne et le second reçoit) :  $p \in P$  ;  $m \in M$ .

La contrainte main-d'œuvre (équation (23) du modèle ménage) est reformulée de la manière suivante :

$$\sum_d \sum_s MOP(d, p, k, m) * x(d, s, m) \leq MOF(p, m) + mosalark(p, k, m) + \sum_n moech(p, m, n);$$

$p \in P$  ;  $m \in M$  ;  $k \in K$  (68)

Les termes de gauche représentent la demande de travail (en jours) pour la période  $p$  et ceux de droite, le travail disponible en période  $p$ . Pour cette équation, les termes de gauche et de droite sont fonction de  $k$ . Ces équations signifient que la somme de l'utilisation de la main-d'œuvre en période  $p$  ne doit pas excéder la disponibilité totale de la main-d'œuvre pour la même période  $p$ .

- **Bilan minéral comme critère de durabilité des systèmes de production à base d'igname**

Le modèle prend en compte le bilan minéral des sols qui est un critère important pour apprécier la durabilité des systèmes de production à base d'igname. Un système de production qui compense l'exportation des éléments nutritifs du sol (par les plantes et/ou par l'érosion du sol) peut être considéré comme durable. Dans le cas contraire, il deviendra fragile et sera appelé à disparaître à long terme.



Le système de jachère est le principal moyen de régénération de la fertilité des sols, mais avec l'accroissement de la population et l'extension des superficies cultivées, les jachères deviennent de plus en plus courtes. De ce fait, les terres agricoles, particulièrement dans les zones à forte pression démographique sont exploitées en continue avec peu de restitutions pouvant permettre de compenser les exportations. Il en résulte donc une diminution des rendements qui peuvent tomber à des niveaux très faibles.

Pour donc analyser la durabilité des systèmes de production à base d'igname qui seront prédits par les modèles des villages, désignons par :

*NUTRI* : l'ensemble des nutriments majeurs du sol pour la croissance des cultures.

*NUTRI* = {az, phos, pot} (az = azote ; phos = phosphore, pot = potassium) (69)

*NUTRIENT*(*d*, *nutri*, *s*) : le bilan minéral (déficit ou excédent) pour un ha de culture *d* pour les nutriments *nutri* sur le type de sol *s* (70)

*Bilan* (*nutri*) la variable endogène qui représente le bilan des nutriments (71)

L'expression du bilan minéral s'écrit :

$$\sum_d \sum_s x(d, s, m) * NUTRIENT(d, nutri, s) = Bilan(nutri, m); (72)$$

Si pour deux systèmes de production "A" et "B" donné, le bilan (nutri, m) "A" < bilan (nutri, m) "B", on dira alors que le système de production de B est plus durable.

## • Profit

Pour répondre effectivement aux politiques visant la durabilité et le bien être des ménages à l'échelle villageoise, il a été pris en compte le profit/revenu agrégé qui n'est rien d'autre que la considération dans le modèle des revenus des ménages individuels. Cette approche prend en compte les liens, les interactions entre les ménages. Elle intègre les variables de décision endogènes (qui sont sous le contrôle du producteur notamment allocations de ressources productives telles que la terre, la main d'œuvre, le capital) et exogènes (qui échappent au contrôle du producteur par exemple la pluviométrie,...). Sur cette base, les variables d'états et les équations ont été établies.

Soit :

Profit(*k*, *m*) (73): le profit du ménage *m* si la saison est du type *k* (en FCFA).

L'équation du flux de trésorerie du ménage *m* si la saison est du type *k* s'écrit :

$$\begin{aligned} & \sum_a vente(a, k, m) * PRIX(a, k) - \sum_a achat(a, k, m) * PRIXACH(a, k) \\ & - \sum_d \sum_s \sum_p x(d, s, m) * C(d, p, m) \\ & - \sum_p mosalark(p, k, m) * SALAIRE(p) \\ & - \sum_n \sum_p moech(p, m, n) * SALAIRE(p) = profit(k, m) \end{aligned}$$

## • Fonction objectif

Elle mesure la valeur optimale de l'allocation des ressources productives qui permet au village de disposer d'un revenu maximum. La maximisation porte sur le revenu net espéré par le village. Définissons par :

*Z* : la fonction objectif qui n'est autre que la valeur espérée du revenu du village.

L'équation (50) du modèle ménage prend la forme suivante :

$$\sum_m \sum_k (profit(k, m) * f(k)) - z = 0; (74)$$

L'exécution des modèles villages prend en compte les interactions qui existent.

Les tableaux 31 et 32 indiquent le récapitulatif des ensembles, paramètres et variables d'une part et des équations d'autre part pour le modèle village.

Tableau 31 : Récapitulatif des ensembles, paramètres et variables du modèle village

Ensemble	variable
$M$	$x(d, s, m)$
$D$	$jach(s, m)$
$A$	$mosalark(p, k, m)$
$\Omega$	$cap(p, m)$
$S$	$coutprod(p, m)$
$P$	$produc(a, k, m)$
$T$	$vente(a, k, m)$
<b>Paramètre</b>	$autoconsom(a, k, m)$
$SUPER(s, m)$	$stock(a, k, m)$
$\lambda(s)$	$achat(a, k, m)$
$Nombre(t, m)$	$autoconsom(igname, k, m)$
$Jours(p, t, m)$	$achat(igname, k, m)$
$EFFIC(t)$	$autoconsom(mais, k, m)$
$MOFAMIL(p, m)$	$achat(mais, k, m)$
$SALAIRE(p)$	$profit(m)$
$MO(d, p, m)$	
$C(d, p, m)$	
$CAPITAL(m)$	
$Y(d, a, s, k, m)$	
$BECALTO(m)$	
$CALORIES(a)$	
$PROPIGNAME$	
$PROPMAIS$	
$PRIX(a, k)$	

Tableau 32 : Récapitulatif des équations du modèle village

$Max Z = \sum_k (profit(k, m) * f(k))$
$\sum_d x(d, s, m) + jach(s, m) \leq SUPER(s, m) + utiltercom(s, m); s \in S; m \in M$
$\sum_m utiltercom(s, m) \leq TERCOM(s); s \in S$
$\sum_d \sum_s MOP(d, p, k, m) * x(d, s, m) \leq MOF(p, m) + mosalark(p, k, m) + \sum_n moech(p, m, n);$ $p \in P; m \in M; k \in K$
$\sum_d \sum_s x(d, s, m) * NUTRIENT(d, nutri, s) = Bilan(nutri, m);$
$\sum_d \sum_s x(d, s, m) * C(d, p, m) = Coutprod(p, m)$
$cap(p, m) = CAPITAL(m) - coutprod(p, m)$
$\sum_d \sum_s x(d, s, m) * Y(d, a, s, k, m) = product(a, k, m) \quad a \in A; k \in K; m \in M$
$produc(a, k, m) = auconsom(a, k, m) + vente(a, k, m) + stock(a, k, m) \quad a \in A; k \in K$
$\sum_a (autoconsom(a, k, m) + achat(a, k, m) * CALORIES(a) \geq BECALTO(m) \quad k \in K; m \in M$

$(autoconsom(igname, k, m) + achat(igname, k, m)) * CALORIES(igname) \geq$ $PROPIGNAME * BECALTO(m)$	$k \in K; m \in M.$
$(autoconsom(maïs, k, m) + achat(maïs, k, m)) * CALORIES(maïs) \geq$ $PROPMAÏS * BECALTO(m)$	$k \in K; m \in M$
$\sum_a vente(a, k, m) * PRIX(a, k) - \sum_a achat(a, k, m) * PRIXACH(a, k)$ $- \sum_d \sum_s \sum_p x(d, s, m) * C(d, p, m)$ $- \sum_p mosalark(p, k, m) * SALAIRE(p)$ $- \sum_n \sum_p moech(p, m, n) * SALAIRE(p) = profit(k, m)$	

### • Formulation du modèle village avec les nouvelles technologies

Il s'agit d'analyser la réponse agrégée des ménages à l'insertion des nouvelles technologies sus-mentionnées et leur impact sur la durabilité des systèmes de production à l'échelle villageoise/régionale. Ici également, la démarche a consisté à partir de la structure du modèle ménage avec les technologies pour construire le modèle village avec les technologies. Les variables, paramètres et équations qui sont définis dans le modèle ménage avec technologies restent valables, mis à part les équations sur l'allocation des terres, la main-d'œuvre et la fonction objectif qui ont été reformulées. En effet, le modèle village prend en compte quelques préoccupations qui vont au-delà des ménages (il s'agit notamment de la durabilité des terres à l'échelle du village, ...) et des relations entre les ménages en ce qui concerne l'utilisation de certaines ressources (l'échange de main-d'oeuvre, la gestion des terres communes). Les échanges de main d'œuvre sont sous forme d'entraide traditionnelle qui existe en milieu rural pratiqués par certains ménages et qui permettent de lever les goulots d'étranglement à certaines périodes de l'année. Ils peuvent permettre aux ménages qui en bénéficient d'atteindre des niveaux de production plus élevés qui n'auraient été possible en l'absence de cette main-d'œuvre.

En outre, dans le modèle, il a été apprécié les corrections de déséquilibres minéraux résultant de l'adoption des technologies améliorées. Les technologies développées sus-mentionnées doivent permettre au mieux d'équilibrer, sinon d'augmenter les bilans minéraux afin de concilier simultanément les objectifs de production à court, moyen et long terme des systèmes de production à base d'igname. Il a été établi pour le modèle l'équation du bilan minéral. Ainsi, pour chaque type de ménage, il a été déterminé le bilan minéral d'un ha de culture donnée avec la technologie y afférente sur un type de sol donné.

#### 11.1.4. Analyse statistique

Il sera procédé à l'analyse des modèles multi-périodiques et récurrents.

Le logiciel GAMS/CANOPT sera utilisé pour l'analyse des données. Il est adapté aux modèles multi-périodiques et récurrents. Les modèles multi-périodiques sont indiqués au cas de cette étude sur la gestion des ressources naturelles. Ils répercutent les résultats d'une période sur la suivante et permettent de ce fait de traiter de l'accumulation du capital et les taux d'actualisation. Un inconvénient majeur de ces modèles est qu'ils sont basés sur des anticipations. Appliquer donc à des situations conjoncturelles, les résultats peuvent être biaisés par le fait qu'il est difficile

de prévoir des comportements sur des anticipations de prix ou de stratégies. De plus, ces modèles sont de grandes tailles et nécessitent l'utilisation des logiciels comme GAMS/CANOPT . Les modèles récurrents diffèrent des modèles multi-périodiques par le fait que la disponibilité des ressources de l'année précédente devient celle de l'année suivante. Le cheminement récurrent permet ainsi de traiter du moyen et du long terme, tout en prenant en compte les changements de comportement et de stratégies des producteurs dans le court terme.

#### **11.1.5. Simulation des modèles ménages et village à base d'igname**

Il sera simulé dans les modèles plusieurs scénarii de développement et de faire sur cette base une analyse de sensibilité des plans optimaux de production des ménages et des villages avec ou sans technologies à base d'igname sous certaines contraintes (pluviométrie, intrant, crédit...). L'analyse portera sur l'impact des mesures de développement sur l'allocation des ressources productives et les changements induits. L'accent sera mis par exemple sur la politique d'octroi de crédit financier pour la filière igname, la politique d'un environnement économique compétitif à la commercialisation des ignames et produits dérivés, la politique de crédit intrants notamment les engrais minéraux (NPK et Urée ou engrais spécifique pour l'igname) (baisse du prix des engrais d'un certain pourcentage par exemple), la politique de prix sur les vivriers notamment l'igname (augmentation ou baisse de prix par exemple).

### **12. Résultat 7: Les effets de l'igname sur la végétation sont évalués en comparant des zones et des périodes**

#### **12.1. Evaluation des effets de l'igname sur la végétation**

##### **12.1.1. Objectifs**

- Evaluer les effets des ignames sur la végétation

##### **12.1.2. Analyse de la dynamique spatiale du couvert végétal**

La dynamique dans la gestion des exploitations agricoles à base d'igname est marquée par la dégradation des forêts boisées concourant à la distinction de trois zones de production selon l'importance du front pionnier : i) zone d'inexistence du front pionnier (Magoumi, Boubou, Toui-gare), zone de front pionnier en cours de saturation (Dani, katakou) et zone d'existence de front pionnier (Djagballo, Tchètti, Gbanlin).

- **Village de Gbanlin**

Depuis plus de deux décennies, l'igname a cessé d'être la principale culture des producteurs de Gbanlin. Les producteurs qui n'ont pas déplacé leur champ au gré de l'évolution du front pionnier ont pour la plupart cessé de produire l'igname. Les terres

qui sont autour du village sont devenues très pauvres et les rendements de l'igname ont beaucoup baissé. La production de l'igname a largement reculé sur les anciennes exploitations. Néanmoins, l'igname est restée présente sur les fronts pionniers. Elle vient souvent en tête de rotation sur les nouvelles friches.

La phase de destruction des arbres constitue une des opérations culturales qui font de la production d'igname, une activité très destructrice de la végétation. Toutefois, le processus épargne certaines espèces végétales en l'occurrence le karité ou *Vitellaria paradoxa* (localement appelée « Emè ») et le néré ou *Parkia biglobosa* (localement appelé « Ngba »). La raison fondamentale qui sous-tend cet état de chose est la peur des représailles des agents des eaux et forêts qui ont formellement interdit l'abatage de ces espèces végétales.

- **Village de Toui-gare**

Les formations végétales dominantes sont des savanes arborées à *Daniella Oliveiri*, *Vitellaria Pardoza*, *Pterocarpus Erinaceus* etc. Le village se situe à la lisière d'une forêt classée, fortement menacées par les actions anthropiques (recherche de terres fertiles, exploitation de bois d'œuvre et de chauffe etc.) et jalousement protégée par les forestiers.

La pression foncière s'est accrue. Les fronts pionniers ont disparu. De l'avis des acteurs interviewés, il n'y a plus de terre neuve sur le terroir du village. L'igname se plante aujourd'hui sur les jachères.

En outre, la phase de destruction des arbres constitue une des opérations culturales qui font de la production d'igname, une activité très destructrice de la végétation. Il faut noter cependant que le processus épargne certaines espèces végétales en l'occurrence le karité ou *Vitellaria paradoxa* (localement appelée « Emin ») et le néré ou *Parkia biglobosa* (localement appelé « Ougba »). La raison fondamentale qui sous-tend ce comportement se retrouve dans l'utilité de ces espèces. Une espèce ligneuse, localement appelée « Akpaka » (*Afzelia africana*) est très souvent épargnée pour des raisons mystiques. Cet arbre est dit arbre des génies. La croyance dans ce village admet que l'abattage des arbres de cette espèce prive les génies de leur abri et ces derniers manifestent toujours leur mécontentement contre le fautif.

- **Village de Thètti**

En ce qui concerne la dynamique spatiale de la production d'igname dans le village, il est à remarquer que jusqu'à présent, cette culture s'est plus développée sur la section ouest du village. Les champs d'igname ont progressivement évolué d'Ouest vers l'Est, en partant de la voie principale du village. Quant à la section Est, elle est moins exploitée pour la production d'igname parce que le sol y est très difficile à travailler et pire encore quand il s'agit de confectionner des buttes.

Toutefois, avec la raréfaction des friches sur la section Ouest, il est fort probable que la section Est sera dans les années à venir un site potentiel de production d'igname dans le village.

Le défrichage et la destruction des arbres qui constituent les premières opérations culturales font de la production d'igname, une activité très destructrice de la végétation. Toutefois, le processus épargne certaines espèces végétales en l'occurrence le karité ou *Vitellaria paradoxa* (localement appelée « Emè ») et le néré ou *Parkia biglobosa* (localement appelé « Igba »). La raison fondamentale qui sous-tend cet état de chose est la peur des représailles des agents des eaux et forêts qui ont formellement interdit l'abatage de ces espèces végétales.

- **Village de Djagballo**

La formation végétale dominante est la savane arborée à *Daniella Oliveiri*, mais le village abrite également quelques forêts classées, fortement menacées par les actions anthropiques (recherche de terres fertiles ; l'exploitation de bois d'œuvre et de chauffage etc.).

- **Village de Katakou**

Par le passé, le village de Katakou était le grenier de la production d'igname à Dani. Mais aujourd'hui on observe le recul du front pionnier, et la célébrité de katakou en cette matière est en baisse au profit des hameaux Kotanmi et Kplokassigon situés respectivement à 7 km et 20 km en profondeur du côté Est.

- **Village de Dani**

Les anciennes zones de production d'igname à Dani se situaient le long du cours d'eau. Ce site est actuellement occupé par les jachères et des spéculations autres que l'igname. Actuellement, les nouvelles zones de production s'établissent dans la zone Igbojé (le long du cours d'eau). Ce site est situé entre 6 et 5 km du chef lieu du village Dani.

- **Village de Magoumi**

Le village de Magoumi se trouve confronter à une situation d'inexistence de front pionnier. L'appauvrissement des sols sur les parcelles exploitées durant de longues périodes a obligé les producteurs à évoluer et à défricher progressivement de nouvelles terres au niveau des fronts pionniers. Au fil du temps, cette dynamique de gestion des exploitations agricoles à base d'igname marquée par une poussée démographique de plus en plus croissante a entraîné plusieurs types de situation.

- La dégradation des forêts boisées obligeant certains producteurs à quitter le village pour la recherche de terres propices pour l'igname vers Aklankpa, Bantè et Savè.
- La pratique de la diversification des cultures et la promotion de l'agroforesterie dans l'espace agricole (teck, anacardier, oranger, manguier, palmier sélectionné) sur sols hydromorphes et autres types de sols (sols sableux avec concrétions, sols agrileux,...)...
- La pratique de sédentarisation de la culture de l'igname dans une dynamique d'assolement rotation avec des variétés rustiques mieux adaptées aux sols pauvres (Kokoro, Florido,...)

Lors des défrichements, certaines essences spontanées sont épargnées des défrichements et entretenues dans l'espace agricole en raison de leurs intérêts socio-économiques. Il s'agit du karité (*Vitellaria paradoxa*), du néré (*Parkia biglobosa*), du palmier (*Elaeis guianensis*), caïlcédrat (*Kaya senegalensis*),...

- **Village de Boubou**

A Boubou, le front pionnier est inexistant. La terre propice pour l'igname est disponible grâce à l'importance des jachères arborées et arbustives dégradées. La pratique de la défriche sur brûlis est courante et marquée par la mise en jachère pendant une longue période (5 à 10 ans) des terres cultivées en raison de la disponibilité foncière. Une avancée des pratiques culturales est observée après la rivière Akibori sur sols sablo-argileux et latéritique en direction de la grande forêt vers Ouessè.

Lors des défrichements, certaines essences spontanées sont épargnées et entretenues dans l'espace agricole en raison de leurs intérêts socio-économiques. Il s'agit entre autres du karité (*Vitellaria paradoxa*), du néré (*Parkia biglobosa*), du caïlcédrat (*Kaya senegalensis*). Ces essences, particulièrement le néré et le karité sont menacées de disparition en raison de leur utilisation pour la combustion (bois de chauffe et charbon). On y rencontre également du reboisement individuel ou collectif des essences telles que l'anacardier (*Anacardium occidentale*) et le teck (*Tectona grandis*).

*Dans le souci d'extrapolation des résultats à l'échelle régionale des Collines, ce diagnostic sera approfondi par une analyse de la dynamique spatiale du couvert végétal de la région des Collines sur la base des données aérospatiales et d'imagerie satellitaire. L'analyse rétrospective sur la base de la comparaison de photographies aériennes prises à deux époques suffisamment éloignées permettra d'estimer les changements survenus: augmentation ou diminution de la surface occupée par les arbres ou du nombre d'arbres, modification de leur localisation, etc. Elle permettra, en outre, de mettre en évidence les grandes tendances pour une zone et, avec des informations d'ordre historique, social et économique issues du diagnostic, de comprendre les raisons des évolutions constatées.*

*Le dépouillement des données satellitaires sera fait avec utilisation des capteurs hautes résolutions des satellites Spot, Landsat et IRS permettant de réaliser une première délimitation des grands types d'occupation du sol (zones forestières, agricoles, etc.). Grâce aux images Spot panchromatiques, la visualisation du couvert arboré des formations sera rendue possible. La perception des arbres sur ces images dépend largement de la taille du pixel et du type de système arboré concerné. Cette démarche pourrait permettre d'obtenir de bonnes corrélations entre la densité des arbres et les valeurs des pixels de l'image. Les données recueillies seront stockées et gérées avec au moins deux types de logiciel: un système de gestion de bases de données relationnelles (SGBDR) et un système d'informations géographiques (SIG), qui puissent échanger automatiquement des données.*

*De même, l'analyse rétrospective et prospective des trajectoires d'évolution des producteurs d'igname sera approfondie dans le cadre d'une enquête fine sur la*

*caractérisation des systèmes de production à base d'igname. Une ACP (Analyse en Composante Principale sera utilisée à cet effet pour affiner les types de systèmes production à igname.*



### **13.Résultat 8: Des outils d'appui à la prédiction de l'évolution de la production d'igname sont produits**

#### **13.1. Elaboration des outils d'appui à la prédiction de l'évolution de la production d'igname**

Cette activité est en cours.

**14. Résultat 9: La formation d'étudiants, de chercheurs et d'enseignants-chercheurs béninois et français est assurée**

**14.1. Conduite des formations d'étudiants, de chercheurs et d'enseignants-chercheurs béninois et français**

Les formations suivantes ont été dispensées aux producteurs, chercheurs et enseignants chercheurs:

Visite-Formation des producteurs pilotes dans 10 villages de la région des Collines sur l'itinéraire de la technique de production durable d'igname à base de *Aeschynomene histrix*, la technique de récolte et de conservation des semences d'*Aeschynomene histrix*.

**14.1.1. Formation des chercheurs et enseignants chercheurs sur la «caractérisation du développement racinaire in situ des cultures annuelles et pérennes à l'aide des rhizotrons».**

**14.1.1.1. Programme de la formation**



# Programme de la Formation

**«Formation PalmElit - CORUS»  
1-4 décembre 2009  
Station AfricaRice - Cotonou**



## Programme simplifié

*Le programme comprend 7 modules*

1. Rappels théoriques sur les fonctions des racines
2. Principales méthodes de caractérisation des systèmes racinaires in situ
3. Rhizotrons : Démonstrations et TP sur le terrain pour l'installation du dispositif et l'acquisition de données
4. Démonstration et prise en main du logiciel RhizoDigit® développé au Cirad
5. Analyse des données et TP en salle
6. Exemples d'utilisation
7. Synthèse, évaluation de la formation et discussion libre

## Programme détaillé

Mardi 01 décembre 2009

09h00 – Accueil des participants autour d'un café. Salle Bioversity, Bât. Administratif, rdc.  
10h00 – Présentation du programme de la formation, présentation des participants par eux-mêmes  
objectifs des stagiaires - CJ (1h15).  
11h15 – Visite des dispositifs de terrain et premier contact avec les racines d'igname - DC (0h4.

**12h00 - Repas sur la station**

### Module 1 : Rappels théoriques

13 h30 – **module 1** : Fonctions des racines - CJ (1h00)

### Module 2 : Revue des principales méthodes de caractérisation des systèmes racinaires *in situ*

14h30 – **module 2a** : Méthodes plutôt adaptées aux plantes annuelles - CJ (0h45)

**15 h 15 – Pause café**

15h30 – **module 2b** : Autres méthodes plutôt adaptées aux plantes pérennes (Architecture et modélisation) - CJ (1h00)

**16h30 – Fin des cours**

Mercredi 02 décembre 2009

---

**Module 3 : La méthode des rhizotrons et TP sur terrain d'expérience**

08h30 – **module 3a** : Présentation de l'installation des rhizotrons et relevés de croissance (partie théorique en salle) - CJ (1h)

**09h30 – Pause café**

10h00 – **module 3b** : Mise en pratique sur le terrain : Installation des rhizotrons et relevés de croissance – CJ, DC, JL et AA (2h)

**12h00 – Repas sur la station**

**Module 4 : Démonstration et prise en main du logiciel RHIZODIGIT®**

13h30 – **module 4a** : Présentation du logiciel RHIZODIGIT® et utilisation (TD) - CJ (1h)

**14h30 – Pause café**

15h 00 – **module 4b** : Digitalisation sur table à digitaliser en labo (TD) – CJ, DC, JL et AA (1h)

16 h 30 – *Fin des cours*

Jeudi 03 décembre 2009

---

**Module 5 : Analyse des données et TP en salle (suite)**

08h30 – **module 5a** : Fin digitalisation et analyse des données rhizotrons Excel – CJ (1h30)

**10h00 – Pause café**

**Module 6 : Exemples d'utilisation**

10h30 – **module 6a** : Quelques résultats chez le palmier, eucalyptus, hévéa et manguier - CJ (1h)

**12h00 – Repas sur la station**

13h30 – **module 5b** : Analyse des données rhizotron d'igname au Bénin – CJ, AA, JL et DC (3h)

**15h00 – Pause café**

16h30 – *Fin des TP*

Vendredi 04 décembre 2009

---

**Module 6 : Exemples d'utilisation (suite)**

08h30 – **module 6b** : Cas de l'igname au Bénin – AA, JL et DC (1h30)

**10h00 – Pause café**

**Module 7 : Synthèse et Evaluation de la formation**

10h30 – **module 7a** : Synthèse et discussion expérience et demande des participants – CJ (1h)

11h30 – **module 7b** : Evaluation de la formation – CJ (1h)

– Remises de documents finaux (Cdrom, attestations)

– Discussions libres

*Fin des cours de la formation à 12h30*

**12h30 - Repas sur la station et départ des participants**

**Formateur et intervenants**

---

CJ – Christophe Jourdan CIRAD-PERSYST

DC – Denis Cornet CIRAD-BIOS

AA – Ariaunold Atimbada CIRAD

JL – Joël Lawson CIRAD-IITA

### 14.1.1.2. Liste des participants

**ANNEXE 3**



**Liste des participants**

1-4 décembre 2009

«Formation PalmElit - CORUS»

Station AfricaRice - Cotonou









Participant	Institution	Localisation	Adresse électronique	Contact	Position	Discipline
1 Césaire Gnanglé	INRAB	CRA-Centre, Savé	<a href="mailto:gngnaces@yahoo.fr">gngnaces@yahoo.fr</a>	90010262 / 95282199	chercheur	Agro-économiste / agroforestier
2 Maliki Raphiou	INRAB	CRA-Centre, Savé	<a href="mailto:malikiro@yahoo.fr">malikiro@yahoo.fr</a>	97909039	chercheur	Agro-économiste
3 Kodjo Sika	INRAB	CRA-Centre, Savé	<a href="mailto:kodjesi@yahoo.fr">kodjesi@yahoo.fr</a>	95052731 / 97316205	chercheur	Agro-économiste / gestion des ressources naturelles
4 Guy Agonse	INRAB	CRA-Centre, Savé	<a href="mailto:agonseg@yahoo.fr">agonseg@yahoo.fr</a>	95623547	technicien PRF	Agroforestier
5 Hidehiko Kikuno	IITA	Ibadan	<a href="mailto:h.kikuno@cglar.org">h.kikuno@cglar.org</a>		chercheur	Physiologiste
6 Clément Adiba	IITA	Cotonou	<a href="mailto:adiba_clement@yahoo.fr">adiba_clement@yahoo.fr</a>	97191455	technicien	Agronome
7 Dossou S. Olivier	FSA - INRAB	CRA-PP, Pobé	<a href="mailto:dossouolivier55@yahoo.fr">dossouolivier55@yahoo.fr</a>	97271600	étudiant	Ecophysiologie / production végétale
8 Hervé Ahloukpe	INRAB	CRA-PP, Pobé	<a href="mailto:ahloukpehervé@yahoo.fr">ahloukpehervé@yahoo.fr</a>	96720404 / 90020262	chercheur	Science du sol
9 Césaire K. Oshumare	INRAB	CRA-PP, Pobé	<a href="mailto:chesareyfr@yahoo.fr">chesareyfr@yahoo.fr</a>	95428338	chercheur	Agrophysiologiste
10 Emile C. Agbangba	INRAB	CRA-PP, Pobé	<a href="mailto:agbangbaemile@yahoo.fr">agbangbaemile@yahoo.fr</a>	95793372	chercheur	Science du sol
11 Calpo C. Yves	INRAB	CRA-PP, Pobé		97199408 / 93677930	technicien	Agronome
12 Jobi A. Lawson	CIRAD-IITA	Cotonou	<a href="mailto:jameljobi@yahoo.fr">jameljobi@yahoo.fr</a>	97638772 / 95492127	assistant chercheur	Agronome
13 Atimbada Arianoind	Université Parakou - CIRAD	Cotonou	<a href="mailto:arianoind@gmail.com">arianoind@gmail.com</a>	97172299 / 95578367	étudiant	Agronome

### 14.1.1.3. Invitation

# FORMATION RHIZOTRON

## Caractérisation du développement racinaire *in situ* des cultures annuelles et pérennes à l'aide des rhizotrons

### Public

- Agronomes s'intéressant aux relations entre le sol et la plante, le diagnostic agronomique, la gestion de l'eau, la fertilisation.
- Ecophysiologistes (alimentation hydrique et minérale, stock de biomasse, dynamique de croissance et turnover, modélisation).

### Approche

- Apprentissage de l'installation de la méthode rhizotron et d'analyse des systèmes racinaires.
- Travaux Pratiques sur le terrain et à l'ordinateur (logiciel RHIZODIGIT développé par le Cirad)

### Objectif de la formation

- Proposer l'étude d'une méthode originale d'analyse de la dynamique de croissance des systèmes racinaires de cultures annuelles et pérennes, adaptée à des recherches agronomiques ou écophysiologiques en milieu réel, aussi simple que possible, pour être mises en œuvre au champ. Cette méthode a été validée en milieu réel et particulièrement dans les régions chaudes. On présentera, à partir de cas concrets, les méthodes d'acquisition, de saisie puis d'analyse des données (logiciels adaptés). Quelques utilisations pour des études et des diagnostics agronomiques seront enseignées au cours de travaux dirigés.

Lieu : AfricaRice, Cotonou  
Dates : 1er au 4 décembre 2009  
Nombre de participants :  
15 maximum  
Coût : 400 euros (pris en charge)



## PROGRAMME

### Démarche pédagogique

- La formation (32 h) est fondée sur la mise en œuvre de l'outil présenté et l'apprentissage par l'exemple. Les TP au champ et à l'ordinateur représenteront la plus grande partie du temps (80 % environ).

### Le programme comprend 7 modules

- Rappels théoriques sur les fonctions des racines
- Principales méthodes de caractérisation des systèmes racinaires *in situ*
- Rhizotrons : cartographie sur une vitre et analyse d'élongation
- Démonstrations et TP sur le terrain pour l'installation du dispositif et l'acquisition de données
- Démonstration et prise en main du logiciel développé au Cirad
- Exemples d'utilisation
- Synthèse et discussions libres

### Contacts :

Christophe Jourdan	Leifi Nodichao	Denis Cornet
Cirad-Perisyst/UMR EcoSols SupAgro, 2, place Viala 34060 Montpellier Cedex 1 Tél/Fax : +33 4 99 61 21 57 <a href="mailto:jourdan@cirad.fr">jourdan@cirad.fr</a>	INRAB Station CRA-PP de Pobè BP. 01 Pobè, Bénin Tél : +229 20 25 00 66 <a href="mailto:leifi.nodichao@inrab.bj">leifi.nodichao@inrab.bj</a>	Cirad-Bios / IITA 08BP0932, Cotonou, Bénin. Tél : +229 21 35 01 88 <a href="mailto:denis.cornet@cirad.fr">denis.cornet@cirad.fr</a>



## 14.1.1.4. Rapport de formation





## Rapport de synthèse sur la formation

«Formation PalmElit - CORUS»

1-4 décembre 2009

Station AfricaRice – Cotonou

Formateur : Christophe Jourdan (CIRAD – PERSYST / UPR 80)



AfricaRice

IITA

Station AfricaRice, Cotonou

1

## Contexte

Cette formation s'inscrit dans le cadre de 2 projets :

- CORUS n°6071 : « Evaluation de la durabilité écologique et socioéconomique des systèmes de culture sédentarisés à base d'igname : développement d'outils à partir de deux cas au Bénin » (libellé affaire CIRAD : A051 IRD CORUS 6071).
- PalmElit projet 15 « sécheresse » : Sélection de génotypes de palmier à huile pour la résistance à la sécheresse » (code affaire CIRAD 650199).

Dans ces 2 projets, l'étude du système racinaire de l'igname ou du palmier à l'huile, de sa dynamique de croissance au cours du temps, selon les saisons et en fonction des contraintes hydriques rencontrées au Bénin, est devenue une priorité. Une formation spécifique s'est donc montée pour enseigner aux acteurs des 2 projets les rudiments de cette étude à savoir : la mise en place des outils d'observation sur le terrain, le mode de suivi des observations, l'acquisition, la saisie par digitalisation et enfin l'analyse des données ainsi que leur interprétation.

Cette formation s'est tenue du 1 au 4 décembre 2009 à Cotonou, sur la station AfricaRice/IITA en raison des dispositifs d'observation (rhizotrons) encore en place.

## Programme simplifié de la formation

*Le programme de la formation comprend 7 modules (programme détaillé en Annexe 1)*

1. Rappels théoriques sur les fonctions des racines
2. Principales méthodes de caractérisation des systèmes racinaires in situ
3. Rhizotrons : Démonstrations et TP sur le terrain pour l'installation du dispositif et l'acquisition de données
4. Démonstration et prise en main du logiciel RhizoDigit® développé au Cirad
5. Analyse des données et TP en salle
6. Exemples d'utilisation
7. Synthèse, évaluation de la formation et discussion libre

## Les participants à la formation

Le public visé dans la plaquette d'annonce de la formation (cf. Annexe 2) était : Agronomes (ingénieurs et techniciens) s'intéressant aux relations entre le sol et la plante, le diagnostic agronomique, la gestion de l'eau. Ecophysiologistes (alimentation hydrique et minérale, modélisation). Il était initialement prévu d'avoir un maximum de 15 participants, la formation a finalement été effectuée avec 13 stagiaires, un stagiaire s'étant désisté et aucun dossier n'a été refusé.

Le public était composé de (voir détail en Annexe 3) :

- 6 chercheurs Béninois,
- 2 étudiants (Master, Thèse) Béninois
- 4 techniciens supérieurs spécialisés du Bénin
- 1 chercheur japonais de l'IITA – Ibadan Nigéria.

Le tableau comprenant la liste de participants et leur institution d'origine figure en Annexe 3.



Une très large majorité des participants s'étaient déjà plus ou moins intéressés aux systèmes racinaires et, de ce fait, les discussions étaient soutenues et très fructueuses pour chacun.

### **Déroulement**

La formation s'est déroulée comme prévu. Tous les modules, aussi bien cours que TP de salle et de terrain, ont été effectués tels que programmés au départ. Aucun retard n'a été constaté et une présence assidue des stagiaires (cf. feuille de présence dans Annexe 4) a permis un déroulement normal à la formation. La formation a été relativement dense (entre 27-28 h au total réparties sur 3,5 journées).

La réussite de la formation tient en grande partie à la logistique assurée par Denis Cornet (CIRAD / IITA) qui a su mobiliser les bonnes personnes sur le campus AfricaRice :

- prêt des locaux par Warda/Bioversity
- mise à disposition de matériel informatique (ordinateur et table à digitaliser)
- accès à la cantine du campus.

Un document compilant les diapos de tous les exposés a été distribué à tous les participants en début de formation. Un CD a été remis à chacun des participants en fin de formation. Il contient principalement les présentations PowerPoint de chacun des modules, le logiciel CIRAD fourni gratuitement aux participants, une bibliographie des publications réalisées sur le sujet par le formateur. De nombreuses photos « souvenirs » prises au cours des séances de manipulation sur le terrain et en salle ont été insérées également dans le CDrom.

L'organigramme du CD est le suivant :

- \*Bibliographie
- \*Divers
- \*Logiciel CIRAD
  - Rhizodigit v1.2 (SETUP.EXE)
- \*Supports de cours
  - Diaporamas
    - Module 1 - Fonction des racines
    - Module 2a - Méthodologies cultures annuelles
    - Module 2b - Méthodologies cultures pérennes
    - Module 3 - Méthode 'rhizotron' et logiciel RhizoDigit v1.3
    - Module 5 - Analyse des données 'rhizotrons'
    - Module 6 - Exemples d'utilisation des méthodes
- \*Photos souvenirs

### **Synthèse de l'évaluation de la formation par les stagiaires**

Il n'était pas demandé d'évaluation de cette formation par les 2 projets de tutelle. Cependant, comme il est accoutumé de faire cette évaluation post formation auprès des stagiaires lors des sessions similaires mandatées par le CIRAD – Service Formation, j'ai proposé de distribuer une fiche d'évaluation identique à celle du CIRAD, à chacun des 13 participants à la fin de la

formation. Chaque stagiaire a répondu de façon anonyme ou non selon leur souhait et l'original des fiches d'évaluation figure en Annexe 5.

L'évaluation portait sur 4 thèmes principaux avec plusieurs points (entre parenthèses) :

- 1) l'environnement du stage (qualité de l'accueil, salle de réunion, matériel mis à disposition)
- 2) les méthodes pédagogiques (choix des exemples, travaux individuels, synthèse, support de cours, apports théoriques)
- 3) le contenu de la formation (richesse du contenu, progression de la formation, parties superflues)
- 4) intervenants (respect de l'horaire, disponibilité, relation avec les intervenants, clarté de l'exposé, évaluation globale)

Chaque point devait être noté suivant 4 niveaux : très satisfait, satisfait, peu satisfait, non satisfait.

Suite à une analyse rapide, on trouvera, ci-dessous, un tableau synthétique des résultats.

*Tableau n° 1 : Analyse synthétique de l'évaluation de fin de stage. Pourcentage de cases cochées pour chacun des 4 critères d'évaluation en sommant chacune des réponses de chaque point du critère considéré.*

Points	Très satisfait	Satisfait	Peu satisfait	Non satisfait	Nb réponses
<i>Environnement du stage</i>	37%	49%	10%	4%	51
<i>Méthodes pédagogiques</i>	43%	54%	3%	0%	70
<i>Contenu de la formation</i>	48%	52%	0%	0%	23
<i>Qualités des intervenants</i>	58%	42%	0%	0%	65
<i>Total satisfaits/insatisfaits</i>	96%		4%		209

Seulement 4% des réponses des participants (sur 209 au total) sont qualifiées de « peu » ou « non satisfait » pour un plébiscite de 96% en faveur du « très satisfait » ou « satisfait ». Pour les 4 critères le niveau « très satisfait » ou « satisfait » domine très largement.

Seul le critère environnement dépasse le seuil de 10% de réponses « peu satisfait » et 4% de « non satisfait ». Une analyse plus détaillée de ce critère montre que cela est surtout lié au point « Agencement de la salle de formation » qui était effectivement assez exigüe (20m<sup>2</sup>) pour accueillir 15 personnes, 2 tables à digitaliser, 8 ordinateurs, un frigo, une machine à café...

Une autre critique venait du fait que peu de racines avaient colonisé les rhizotrons pour la formation. Ceci s'explique par le fait que la formation a été organisée un peu tardivement par rapport à la culture de l'igname et que les cultures installées (maïs et manioc) le mois précédent l'installation, n'ont pu développer un système racinaire conséquent malgré l'irrigation.

Les présentations en salle (diaporama) ont été fournies à chaque participant sous forme de support papier en début de formation. Ces documents étaient en noir et blanc et en petit format (6 diapos par page) par souci d'économie. Par ailleurs, la remise des Cdrom en fin de formation a été largement appréciée. Ces deux aspects pédagogiques ont fortement contribué aux 97 % de « très satisfait » ou « satisfait » sur les méthodes pédagogiques.

Parmi les quatre critères retenus par le service formation du CIRAD, celui lié à la « qualité des intervenants » a recueilli 100 % d'avis « très satisfait » ou « satisfait ».

### **Bilan de l'évaluation**

A la question : « En finalité, vos objectifs ont-ils été atteints » :  
100% ont répondu « oui ».

Parmi les « points forts » de la formation les plus cités, on retrouve :

- grande disponibilité des formateurs, explications pertinentes et clarté des exposés
- adéquation parfaite entre théorie et pratique (labo et terrain)
- outils pratiques simples, innovants, directement utilisables / transposables
- l'atelier de mise en place des rhizotrons verticaux et horizontaux
- les exemples variés (plantes et pays) et les jeux de données distribués
- ambiance générale conviviale et amicale

Parmi les points faibles les plus cités, on retrouve :

- salle trop exigüe
- restauration peu variée (du riz, du riz, du riz !)
- peu de temps (6h) passé sur les tableaux croisés dynamiques d'Excel
- pause « digestion » après le repas trop courte (30mn), possibilité de décaler les exposés de l'après midi
- frais de déplacement non couverts par la formation
- 4 jours semblent un peu courts pour bien assimiler toutes les analyses

Parmi les appréciations générales de la formation on retrouve souvent :

- formation de qualité qui nécessite d'être dispensée en pays anglophone
- satisfaction générale
- bonne ambiance
- échanges fructueux

### **Conclusion**

L'analyse de l'évaluation du stage par les participants eux-même montre, de façon objective que celui-ci a été un succès. L'appréciation sur le formateur/intervenants est particulièrement élogieuse. Ceux-ci tiennent toutefois à rappeler que le succès du stage aussi bien sur le plan du travail que de la convivialité tient aussi, grandement, à la qualité de l'accueil par le centre IITA – AfricaRice et l'organisation sur place par Denis Cornet. Le personnel de cet organisme, n'a pas ménagé leur énergie pour la réussite de cette formation. L'environnement de l'AfricaRice center avec ses laboratoires, sa salle de réunion (même exigüe) et les terrains

d'expérimentation à proximité immédiate a permis une très bonne efficacité du temps. Le succès du stage tient aussi à l'encouragement et au support financier des deux projets cités en début de rapport (CORUS et PalmElit).

Ce stage a bénéficié d'une l'appréciation positive de la part des participants. La collaboration avec le centre IITA – AfricaRice, co-organisateur a été parfaite.

Il faut souligner pour finir que cette formation n'a pas été à sens unique, des contacts se sont noués au cours de cette formation, avec des chercheurs et personnels technique de l'INRAB, de l'IITA et un échange d'expériences permanent s'est installé au cours de la formation.

Fait à Cotonou le 6 décembre 2009



Christophe Jourdan  
CIRAD – PERSYST  
UPR Ecosystèmes de Plantations

## 15. Niveau de réalisation des activités

Le niveau de réalisation des activités est consigné dans le tableau 33.

Tableau 33: Niveau de réalisation des activités pour les campagnes agricoles 2008-2009 et 2009-2010

Résultats	Activités	Sous-activités	Niveau de réalisation	Observations
Résultat 1: Des exploitations produisant de l'igname sont décrites dans leur diversité	Activité 1.1. : Diagnostic participatif sur les systèmes de production à base d'igname dans la région Centre du Bénin	Elaboration de fiches d'enquêtes	Réalisée	
		Conduite de l'enquête diagnostique	Réalisée	
		Dépouillement des données et analyse	Réalisée	Mais les données du village d'Adjanoudoho seront complétées
		Rédaction de rapport	Réalisée	A finaliser
	Activité 1.2. : Enquête sur la caractérisation des systèmes de production à base d'igname	Mise en œuvre du processus de sélection d'un étudiant FSA/UAC pour l'étude (dans cadre DEA)	Réalisée	
		Elaboration de protocole de recherche	Réalisée	
		Elaboration des fiches d'enquête	Réalisée	
		Amendement des fiches d'enquête	En cours	
		Conduite de l'enquête	Non réalisée	Prévue pour le premier trimestre 2010
		Dépouillement des données et analyse	Non réalisé	
		Rédaction de rapport	Non réalisé	
Résultat 2 : Des outils génériques de suivi et de compréhension du fonctionnement de la culture d'igname sont élaborés	Activité 2.1 : Etude de l'architecture et de la dynamique de croissance racinaire de deux espèces d'igname ( <i>Dioscorea</i> spp) au Bénin		Réalisé. En cours de publication	
	Activité 2.2 : Analyse du fonctionnement physiologique d'un couvert d'igname Activité		Réalisé, en cours d'analyse	
	2.3 : Agrophysiologie des ignames et gestion de la nutrition azotée		Réalisé, en cours d'analyse	
Résultat 3 : L'influence des plantes de couverture sur certains facteurs du milieu dans deux systèmes	Activité 3.1. : Evaluation des déterminants de la variabilité des rendements et composantes de rendements des ignames <i>Dioscorea</i> spp. dans les systèmes de culture	Elaboration du protocole	Réalisée	
		Visite des villages avec les techniciens et choix des producteurs expérimentateurs	Réalisée	
		Installation au cours des campagnes 2008-2009 et 2009-2010 du dispositif à base d'Aeschynomène dans 9 et 40	Réalisée pour 2008-2009	Mais la confection des buttes en cours pour le

Résultats	Activités	Sous-activités	Niveau de réalisation	Observations
de culture à base d'igname est mieux connue.	sédentarisés à base d'igname	champs paysans respectivement.		dispositif de 2009-2010
		Installation au cours des campagnes 2008-2009 et 2009-2010 du dispositif à base de Gliricidia+Aeschynomène dans 3 et 10 champs paysans respectivement.	Réalisée pour 2008-2009	Mais la confection des buttes en cours pour le dispositif de 2009-2010.
		Elaboration des fiches de suivi des systèmes améliorés et locaux (cf. annexes 5 et 6).	Réalisée	
		Suivi-évaluation au cours de la campagne 2008-2009 des systèmes de production locaux (Défriche forestière sur front pionnier, défriche sur jachère dégradée, bas-fond et terres marginales) dans 100 champs paysans et dans 10 villages.	Réalisée	
		Premier prélèvement des échantillons de sols à 0-15 cm et 15-30 cm et plantes/tubercules au niveau des systèmes améliorés et locaux pour la campagne 2008-2009.	Réalisée	
		Préparation des échantillons pour les analyses physico-chimiques	Réalisée	
		Deuxième prélèvement des échantillons de sols à 0-15 cm et 15-30 cm au niveau des systèmes améliorés.	En cours	
		Analyse des échantillons de sols et plantes	Non réalisée	Processus en cours (coût élevé des analyses) d'où sélection des échantillons selon des critères
		Observations et mesures dans les systèmes améliorés et locaux.	Réalisée	Pour la campagne 2008-2009
		Dépouillement et analyse des données	En cours	
		Rédaction de rapport	En cours	
		Dépouillement et analyse des données	En cours	
	Activité 3.2. : Evaluation de l'effet des plantes améliorantes/extraits aqueux sur l'incidence des maladies et ravageurs des ignames <i>Dioscorea spp.</i>	Elaboration du protocole.	Réalisée	
		Elaboration des fiches de suivi sanitaire des systèmes améliorés et locaux (cf. annexes).	Réalisée	
		Suivi des agents pathogènes et maladies d'igname au stade végétatif.	Réalisé	
		Suivi des agents pathogènes et maladies d'igname au stade post-récolte.	En cours	Au niveau du site de Miniffi
		Dépouillement et analyse des données	En cours	

Résultats	Activités	Sous-activités	Niveau de réalisation	Observations
	Activité 3.3. : Evaluation de l'effet de compétition ou complémentarité écologique dans le système de production d'igname en association avec le <i>Gliricidia sepium</i> .	Rédaction de rapport	En cours	
		Elaboration du protocole.	Réalisée	
		Elaboration des fiches de suivi pour l'évaluation des rendements sur les surfaces consécutives de buttes d'igname.	Réalisée	Pour la campagne 2008-2009
		Suivi-évaluation	Réalisé	Pour la campagne 2008-2009
		Dépouillement et analyse des données	En cours	
		Rédaction de rapport	En cours	
	Activité 3.4. : Evaluation de l'effet de la jachère plantée et plante de couverture sur les besoins et profils de la main d'œuvre dans les systèmes de production à base d'igname.	Elaboration du protocole	Réalisée	
		Suivi des besoins en main d'œuvre des systèmes améliorés et locaux.	En cours	
		Suivi de la disponibilité en main d'œuvre de différents types d'exploitation (riche, moyen et faible)	Non réalisé	Il sera conduit au cours de l'enquête fine.
		Dépouillement et analyse des données	En cours	
		Rédaction de rapport	En cours	
	Activité 3.5. : Evaluation de l'effet de la jachère plantée et la plante de couverture sur la productivité de la terre, de la main d'œuvre et du capital dans les systèmes de production à base d'igname.	Collecte des données économiques pour le calcul de la rentabilité des systèmes.	Réalisée.	
		Dépouillement et analyse des données	En cours	
		Rédaction de rapport	En cours	
	Activité 3.6. : Evaluation de l'efficacité d'utilisation du rayonnement utile à la photosynthèse dans le système de production d'igname à base de jachère plantée et plante de couverture	Elaboration du protocole	En cours.	Nécessité de disposer des appareils de mesure des flux radiatifs (Pyranomètre et autres capteurs) (aspect à conduire en 2010 avec Cornet Denis).
		Suivi-évaluation	Non réalisé	Prévu en 2010
		Dépouillement et analyse des données	Non réalisé	Prévu en 2010
		Rédaction de rapport	Non réalisé	Prévue en 2010
Résultat 4 : Des modèles de bilan nutritionnel pour	Activité 4.1. : Evaluation de l'effet de la jachère plantée et la plante de couverture sur le bilan	Collecte des échantillons et préparation pour les analyses et évaluation du bilan.	En cours	Aspect à conduire avec Cornet Denis).

Résultats	Activités	Sous-activités	Niveau de réalisation	Observations
deux systèmes de culture durable à base d'igname sont établis.	des éléments minéraux dans les systèmes de production d'igname.			
Résultat 5: Les attributs du milieu qui déterminent les choix de systèmes de culture et itinéraires techniques à igname (produits issus de la collaboration entre les deux volets) sont identifiés pour la zone agro écologique investiguée	Activité 5.1. : Diagnostic participatif sur les attributs du milieu déterminant le choix des systèmes de cultures	Elaboration de fiches d'enquêtes socio-économiques	Réalisée	
		Conduite de l'enquête	Réalisée	
		Dépouillement des données et analyse	Réalisée	
		Rédaction de rapport	Réalisée	
Résultat 6: Des modèles bioéconomiques d'exploitation sont conçus et calibrés. Des simulations prospectives sont réalisées et analysées	Activité 6.1. : Conception de modèle bioéconomique pour divers itinéraires techniques de production d'igname dans les exploitations familiales agricoles de la région centre du Bénin	Conception de modèles ménage et village	Réalisée	
		Suivi-évaluation	En cours	
		Dépouillement et analyse des données	Non réalisé	Suivi-évaluation en cours. Processus d'acquisition de logiciel GAMS/CANO PT est en cours
		Rédaction de rapport	Non réalisé	
Résultat 7: Les effets de l'igname sur la végétation sont évalués en comparant des zones et des périodes	Activité 7.1. : Evaluation des effets de l'igname sur la végétation	Conduite de l'enquête	Réalisée	Nécessité des données aérospatiales et d'imagerie satellitaire pour souci d'extrapolation des résultats à l'échelle régionale de la zone d'étude
		Suivi-évaluation	Réalisé	
		Dépouillement et analyse des données	Réalisé	
		Rédaction de rapport	Réalisée	
Résultat 8: Des outils d'appui à la prédiction de	Activité 8.1. : Production des outils	Conduite de l'enquête socio-économique	En cours	
		Suivi-évaluation	En cours	



Résultats	Activités	Sous-activités	Niveau de réalisation	Observations
l'évolution de la production d'igname sont produits		Dépouillement et analyse des données	Non Réalisé	
		Rédaction de rapport	Non Réalisée	
Résultat 9: La formation d'étudiants, de chercheurs et d'enseignants-chercheurs béninois et français est assurée	Activité 9.1. : Conduite des formations	Visite-Formation- des producteurs pilotes dans 10 villages de la région des Collines sur l'itinéraire de la technique de production durable d'igname à base de <i>Aeschynomene hirta</i> , la technique de récolte et de conservation des semences d' <i>Aeschynomene hirta</i>	Réalisée	
		Formation « caractérisation du développement racinaire in situ des cultures annuelles et pérennes à l'aide des rhizotrons »	Réalisée	
		Formation des chercheurs et Enseignants chercheurs en modélisation bioéconomique	Non réalisée	Prévue pour le premier trimestre 2010
		Rédaction de rapport	En cours	



## **Conclusion et perspectives**

Au terme de ce travail, il ressort que l'igname occupe indéniablement une place très importante dans les systèmes de production des villages prospectés. Elle est non seulement un produit vivrier de base pour l'alimentation de la population mais aussi une importante source de revenu pour les producteurs. De plus, elle revêt une importance au plan culturel et cultuel. Cependant, de nombreuses contraintes grèvent la production d'igname au niveau de ces villages. Il s'agit surtout de contraintes d'ordre financier (faible capacité de financement, difficulté d'accès au crédit agricole), technique (travail essentiellement manuel, absence d'interventions et de technologies améliorées), naturel (aléas climatiques), mais aussi des difficultés d'accès à la main-d'œuvre etc. Ces facteurs limitent les emblavures d'igname, réduisent les rendements et par conséquent la production d'igname.

Par ailleurs, les effets néfastes du système de culture d'igname sur l'environnement qui étaient dissimilées par la disponibilité foncière, deviendront plus sensibles. Le système de culture qui est resté extensif montrera toutes ses limites avec l'accroissement de la pression foncière.

Les systèmes améliorés à base des plantes de couverture et l'agroforesterie constitueraient une alternative aux problèmes de déforestation, une solution technique à la stabilisation des écosystèmes des savanes qui reste un problème très complexe. Ils peuvent aussi avoir un effet dans le ralentissement de défrichements presque anarchiques en cours sur les dernières réserves de terres. Les technologies comportent aussi certes des avantages écologiques pour une agriculture sédentarisée.

Les analyses sont en cours pour mettre en exergue le potentiel bio-économique des systèmes améliorés à base des plantes de couverture et l'agroforesterie.

## Références bibliographiques

- Adegbola, P. et Arouna A. 2004. Socio-economic determinig fators of adoption of soil fertility technologies in South of Benin: an analysis with polynominal logit model. Communication at the national scientific workshop, INRAB/MAEP, 2004, 9 p.
- Adegbola P., et Vlaar J. 1998. Experiences of alley cropping and agroforestry in South of Benin. Communication at the national scientific workshop, Cotonou les 2 et 3 February 1998, INRAB/MAEP, Cotonou, Benin.
- Adesina, A.A., O. Coulibaly., V.M. Manyong, P. C. Sanginga, D. Mbila, J. Chianu, and D.G. Kamleu 1999. Policy shifts and adoption of alley farming in West and Central Africa. IITA annual report, Ibadan, Nigeria.
- Agossou V. & Mouïnou, I. 2002. Caractérisation des sols des sites de recherche développement du CRA-Centre : classification dans la base de référence mondiale et actualisation de leur niveau de dégradation. Atelier scientifique Centre (1<sup>ère</sup> édition) 18 au 19 Déc.2002 au CRA- Centre, INRAB, Savè, Bénin.
- Akakpo C., Amadji F., Sacca S. et Adje I., 1998. Comparative Trials of agroforestry with maize and yam based systems. in Experience of alley cropping systems in South Benin, Comm. INRAB, 2-3 feb. 1998, INRAB/MAEP, Cotonou, Benin.
- Allirand J. M., Chartier M. et Gosse G. 1998. Estimation de l'efficience de l'interception d'un couvert de luzerne à partir d'un indice de végétation. *Proceedings of the 4th International Colloquium on Spectral signatures of objects in remote sensing held at Aussors, France, 18-22 january 1998 (ESA SP-287, April 1998).*
- Azehoun Pazou, J, 2008. Connaissance de l'agrobiodiversité des ignames *Dioscorea alata* au Bénin: Etude ethnobotanique, morphologique et génétique, Rapport technique d'exécution du protocole APRA-FC N° 125/2 007, INRAB/MAEP, Cotonou, Bénin, 50 p.
- Babacauch K. D., 1983. La microflore pathogène des tubercules de l'igname (*Dioscorea* spp.). Séminaire sur l'igname. Erisa. Abidjan, Côte d'Ivoire, 16 p.
- Bako N. 2005. Domestication de l'igname en zone nago (sous-préfecture de Banté). Thèse d'ingénieur FSA (en collaboration avec IRD).
- Bamire A.S. et B.J. Amujoyegbe, 2005. Economic Analysis of Land Improvement Techniques in Smallholder Yam-based Production Systems in the Agro-Ecological Zones of Southwestern Nigeria. *Journal of Human Ecology*, 18(1): 1-12
- Barbier, B. (1998). "Induced Innovation and Land Degradation. Results from a bioeconomic model of a village in West Africa." *Agricultural Economics* 19(1-2).
- Barbier, B. and G. Bergeron (1999). "Impact of policy interventions on land management in Honduras: Results of a bioeconomic model." *Agricultural Systems* 60: 1-16.
- Barbier, B. and P. B. R. Hazell (2000). Declining access to transhumant areas and sustainability of agro-pastoral systems in the semi-arid areas of Niger. in *Property Right and Collective action*. P. B. R. Hazell. Washington, IFPRI.

- Barbier, B., V. Alary and D. Deybe (2004). "L'agriculture et l'élevage dans les plaines indoganétiques de l'Inde: vers une nouvelle intégration." OCL: 10.
- Bell A., Muk O. et Schuler B. 2000. Les richesses du sol. Les plantes à racines et tubercules en Afrique: une contribution au développement des technologies de récolte et d'après récolte. Fondation Allemande pour le Développement International, GTZ, 277 p.
- Cakpo Y. 2005. Adoption des technologies agro forestières: état des lieux en 2005 dans le département de l'Atlantique des systèmes introduits par les chercheurs entre 1994 et 1999. Mémoire de DESS
- Carsky R. J., Tarawal S. A., Becker M., Chikoye D., Tian G. et Saupiaga N. 1998. Mucuna-herbaceous cover legume with potential for multiple use. IITA, Ress. Crop. Manag, Resea. Monog. N°25, 52 p.
- Cornet, D. 2006. Vers une production durable d'ignames en Afrique de l'Ouest. Film DVD documentaire, 32 minutes en langues Française, Mahi, Bariba et Yoruba. Production : FAO-CIRAD.
- Cornet, D., Vernier, P., Amadji, F., et Asiedu, R. 2006. Integration of yam in cover crop based cropping system: constraints and potential. In Proceedings of the 14th Triennial Symposium of the International Society for Tropical Root Crops (ISTRC), Thiruvananthapuram, India.
- Cornet, D. 2005. Etude du fonctionnement physiologique d'un couvert végétale d'igname (*Dioscorea alata* L.). Mémoire de DEA à la Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux. Belgique.
- Cornet, D., Amadji, F., Dossou, R. A., Maliki, R. et Vernier, P. 2005a. Intérêts des légumineuses herbacées pour une production durable d'igname en Afrique de l'Ouest. In, Ozier-Lafontaine, H., Ed., Proceedings of the 41th international meeting of the CFCS, Le Gosier, Guadeloupe.
- Cornet, D., Hammouya, D., Bonhomme, R. 2005b. Etude du fonctionnement physiologique d'un couvert de *Dioscorea alata* pour une utilisation plus rationnelle des engrais chimiques. In, Ozier-Lafontaine, H., Ed., Proceedings of the 41th international meeting of the CFCS, Le Gosier, Guadeloupe.
- Dansi A., Vernier P., Marchand J-L., Lualadio N et Baudouin W. 2003. Les variétés d'igname cultivées: Savoir-faire paysan au Bénin. Groupe de Travail Interdépartemental sur la Biodiversité. ISBN 92-5-205062-0; FAO, 37 p.
- Doppler W. et Floquet A., 1996. Adoption of soil improving and agroforestry innovations in family farms in S. Benin, Univ of Hohenheim SRP 308; Rep 94-96. p 571-610.
- Doppler W. et Floquet A., 1999. Adoption of soil improving and agroforestry innovations in family farms in S. Benin, Univ of Hohenheim SRP 308; Rep 94-96. p 571-610.
- Dugué, P & Floquet, A. 2000. Projet d'amélioration et de diversification des systèmes d'exploitation dans les Départements du Zou, des Collines, du Borgou et de l'Alibori PADSE, 132p, Parakou, Bénin.
- Dulormne M, Sierra J, Bonhomme R and Cabidoche YM 2004 Seasonal changes in tree-grass complementarity and competition for water in a subhumid tropical silvopastoral system. European Journal of Agronomy 21: 311-322.
- Dumont, R. et Vernier, P. 1997. Igname en Afrique : des solutions transférables pour le développement – *In cahier de la recherche développement n°44, 1997, dossier : racines, tubercules et plantains n°2 pp 115-120.*
- Floquet A. 1998 : Evaluation socio-économique en collaboration avec des paysans du Bas Bénin d'une gamme de technologie visant à stabiliser le niveau de

- productivité des sols. In : Renard G., Neef A., Becker K. et von Oppen M. (Eds.) : Gestion de la fertilité des sols dans les systèmes d'exploitation d'Afrique de l'Ouest. pp 525-530. Proceed. Reg. Workshop, Univ. Hohenheim, ICRISAT and INRAN, Niamey, Niger, 4-8 march 1997. Margraf Verlag.
- Floquet, A., Amadji, G., Igue, M., Mongbo, R. et Dah-Dovonon, J. 2001. Le point sur les contraintes socio-économiques et agro-techniques à l'adoption des innovations de gestion de la fertilité des sols sur terre de barre: synthèse des travaux réalisés par un groupe de travail de l'initiative
- Floquet A., Amadji G. Igué M., Mongbo R. Dah-Dovonon, 2003. Le point sur les contraintes socio-économiques et agro-techniques à l'adoption des innovations de gestion de la fertilité des sols sur terres de barre Synthèse des travaux réalisée par un groupe de travail de l'initiative ERICA. Key Note Paper. Actes de l'Atelier Scientifique de la Recherche Agricole pour le Développement 2002, Programme Régional Sud-Centre du Bénin.
- Floquet A., Maliki R. and Y. Cakpo, 2006. Seven years after the SFB 308 – Adoption Patterns of Agroforestry Systems in Benin. Contribution au Tropentag, Bonn, 11 au 13 Octobre 2006
- Gosse et *al.* 1982. Interception du rayonnement utile à la photosynthèse chez la luzerne : variation et modélisation. *Agronomie* 2(6), 583-588.
- Houngbo E. 2005. Pauvreté et adoption des technologies de conservation des espaces cultivés : cas du Mucuna et de l'Acacia. Mémoire de DESS
- Maliki R., Amadji F., Adje I. Aihou K. et Toukourou M., 2007a. Référentiel technico-économique sur la production durable de l'igname dans un système de cultures intégrant l'*Aeschynomene histrix*, ISBN, N°978-99919-62-30-6. FAO/TCP/BEN/3002 (A), INRAB/MAEP, Cotonou, Bénin, 52 p.
- Maliki R., Amadji F., Adje I. Aihou K. et Toukourou M., 2007b. Référentiel technico-économique sur la production durable de l'igname dans un système de cultures intégrant le *Mucuna pruriens* var utilis. N°978-99919-63-30-6. FAO/TCP/BEN/3002 (A), INRAB/MAEP, Cotonou, Bénin, 54 p.
- Maliki R., 2006. Sédentarisation de la culture de l'igname et gestion durable des ressources naturelles au centre du Bénin: développement participatif, contraintes, adoption et diffusion des technologies. Mémoire de DEA. Abomey-Calavi, UAC, 312 p.
- Maliki R., Amadji F., Adje I. et Teblekou K. 2005. Référentiel technico-économique sur la production durable de l'igname de qualité dans un système de cultures à base de *Gliricidia sepium* et *Aeschynomene*, ISBN, N°99919-51-85-7. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Cotonou, Bénin, 67 P.
- Maliki. R., Dossou R., Amadji F. et Adje I. 2003. Agro-economic evaluation of minisettes production system in Centre of Benin in Tropical Root and Tuber Crops: opportunities for Poverty Alleviation and Sustainable Livelihoods in the Developing world. Communication presented at thirteenth triennial Symposium of the International Society for Tropical Root Crops (ISTRC), November 9-14, 2003, Arusha, Tanzania, East Africa.
- Maliki. R., Amadji F., Adje. I et Englehart, C. 2000a. Quelques options de gestion de la fertilité des sols et de stabilisation des rendements dans la zone des savanes au centre du Bénin: contraintes à leur adoption; Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin N°28 : 1-15, INRAB.
- Monteith J. L. 1977. Climate and efficiency of crop production in Britain. *Phil. Trans. R. Soc. London, B*, 281, 277-294.

- Motisi N., Tournebize R., Sierra J., submitted. Test of the natural  $^{15}\text{N}$  abundance method to estimate nitrogen transfer from *Canavalia ensiformis* (leguminosae) to the associated *Musa acuminata* (banana). Cultivos tropicales.
- Nandris D., Nicole M., Zouhour P, Digbeu S. et Ser C. 1989. Pathologie fongique de l'igname en Côte d'Ivoire. Rapport d'activité Lirsda-Idessa, 78 p. (document interne)
- Nwankiti A. O., Arene O. B. 1978. Diseases of yam (*Dioscorea spp.*) in Nigeria. Pest Artic. New Sum. 24: 486-494.
- Santos Silva L.M., Ozier Lafontaine H., Tournebize R., 2003. O plantio associado entre a bananeria e feijao de porco: a busca de alternativas para uma agricultura conservacionista. In II congress on conservation agriculture Iguassu Falls, Brazil, Vol 2, 351-354.
- Sierra J and Nygren P 2006 Transfer of N fixed by a legume tree to the associated grass in a tropical silvopastoral system. Soil Biology & Biochemistry 38: 1893-1903.
- Sierra J, Brisson N, Ripoche D and Noël C 2003 Application of the STICS crop model to predict nitrogen availability and nitrate transport in a tropical acid soil cropped with maize. Plant and Soil 256: 333-345.
- Sierra J and Marbrán L 2000 Nitrogen mineralization pattern of an Oxisol of Guadeloupe, French West Indies. Soil Science Society of America Journal 64: 2002-2010.
- Sodjadan P. K., Toukourou A.M., Carsky R.J. et P. Vernier. 2006. Effets des précédents plantes de couverture sur la production de l'igname en zone de savane au Bénin et au Togo. African Journal of Rootcrops. In press
- Sohinto D 2005 Les aspects socio économiques de la pratique de l'agriculture durable au Bénin : Analyse comparative des facteurs déterminants de l'adoption de quelques systèmes de restauration de la fertilité des sols dans le département du Couffo. Mémoire de DEA.
- Sohoulade Djebou D. C. 2006. Analyse des facteurs déterminant la variabilité des rendements et composantes de rendements des ignames *Dioscorea Spp.* dans la région centre du Bénin: cas des villages de Yagbo et de Kpakpaza. FSA/UAC, Benin, 133p.
- Stoll G. 2002. Protection naturelle des végétaux en zones tropicales. Vers une dynamique de l'information. ISBN 3-8236-1356-1. Margraf Verlag, Allemagne, 9 p.
- Toukourou, M et Maliki, R. 2003. Effets des précédentes plantes de couverture sur la productivité de l'igname en zone de savane (région centrale du Bénin). Communication présentée à l'Atelier Scientifique, Dassa-Zoumè 18-19 décembre 2004, INRAB/CRA-Centre, Bénin.
- Torquebiau E., 1996. Agroforesterie : arbustes et développement durable  
ICRA, Centre Agropolis à Montpellier, 6 p.
- Tournebize R., Boistard S., 1998. Comparison of two sap flow methods for the estimation of tree transpiration. Annales des Sciences Forestières, 55:707-713.

- Tournebize R., Bonhomme R., Pouzet D., Submitted. Estimation de l'indice foliaire d'une culture de canne à sucre à l'aide de photographies hémisphériques. Cahiers des techniques INRA .
- Vernier P. and A. Dansi, 2006, Participatory assessment of local yam cultivars (*D. cayenensis* /*D. rotundata*) in Benin. PGR Newsletter (00). Accepté.
- Vernier, P. Goergen, G. Dossou, R. Letourmy, P. Chaume, J. 2005, Utilization of biological insecticides for the protection of stored yam chips. Outlook on Agriculture, (34-3) : 173 – 79
- Vernier, P., Dossou, R.A. 2003. Exemple de sédentarisation de la culture des ignames : cas des Kokoro au Bénin. . Agronomie africaine, 15-4 : 187-196. n° spécial.
- Vernier, P. 1997. L'intensification des techniques de culture de l'igname. Acquis et contraintes. – In : Acte du Séminaire International: l'igname plante séculaire et culture d'avenir- Cirad-Inra-Orstom-Coraf, 3-6 juin 1997, Montpellier, France, pp 93-101.
- Zannou, A.; Ahanchédé A.; Struik, P. C. ; Richards, P. ; Zoundjihékpon J. : Tossou, R. & S. Vodouhè (2004). Yam and cowpea diversity management by farmers in the Guinea-Sudan zone of Benin. NJAS- Wageningen journal of life sciences, vol. 52, Nos 3-4, décembre 2004 pp 393-420
- Zannou Afio (2006) Socio-economic, agronomic and molecular analysis of yam and cowpea diversity in the Guinea-Sudan transition zone in Benin. PhD thesis, Wageningen University.
- Zinsou C. 1997. Physiologie et morphologie de l'igname (*Dioscorea spp*) – In : Acte de séminaire international : l'igname, plante séculaire et culture d'avenir – Cired-Inra-Orstom-Coraf, 3-6 juin 1997, Montpellier, France, pp 213-222.
- Zohouri P. 1997. Les maladies de l'igname (*Dioscorea spp.*) – In : Acte de séminaire international : l'igname, plante séculaire et culture d'avenir – Cired-Inra-Orstom-Coraf, 3-6 juin 1997, Montpellier.



## **Annexes :**

### **Annexe 1:**

#### **Liste des participants à l'enquête diagnostique**

Tableau 3 : Liste des participants au diagnostic:

	Nom et prénoms	Institution	Provenance
1	DOSSOUHOUI François	DESAC/UAC	Cotonou
2	FIOQUET Anne	CEBEDES/UAC	Cotonou
3	MALIKI Raphiou	CRA-Centre/INRAB	Savè
4	KODJO Siaka	CRA-Centre/INRAB	Savè
5	BADOU Antoine	CRA-Centre/INRAB	Savè
6	ADIBA Clément	IITA	Glazoué
7	DAMISSI Lamidi	IITA	Borgou
8	GLI N Laurent	DESAC/UAC	Cotonou
9	ZANOU Basile	CRA-Centre/INRAB	Ouessè
10	TAÏWO Narcisse	CRA-Centre/INRAB	Gomè
11	EHOUINSOU Bonaventure	CRA-Centre/INRAB	Akpéro
12	ASSOGBA Roland	DESAC/UAC	Cotonou

### **Annexe 2:**

#### **Fiches d'enquête du diagnostic socio-économique**

##### **☞ Guide d'entretien sur l'histoire de l'igname et carte villageoise**

- Interlocuteurs : groupe mixte (autorités locales, notables, producteurs, jeunes et femmes)
- Lieu public
- Introduction

##### **➤ Histoire de la production de l'igname dans le village**

###### **Thèmes**

- Profil historique
- Grands événements sur l'igname et sa production dans le village
- Histoire des crises concernant l'igname
- Histoire des périodes d'abondance ou de gloire de l'igname dans le village
- Histoire des interventions ayant ciblé la filière igname

##### **➤ Carte du terroir villageois**

###### **Thèmes**

- Principaux éléments de repère : Pistes rurales, cours d'eau, forêts, jachères, agglomérations
- Zones de production actuelles de l'igname
- Zones de production passées (il y a 10 ans). Comment les changements constatés se sont opérés et qui en sont les acteurs.

- Evolution future des zones de production de l'igname
- Transect sur 300 à 500 m pour faire ressortir la diversité pédologique dans le village.
- Logistique : faire de la carte sur le sol et reporter sur papier A4
- Formes de présentation des résultats
  - Reprendre les cartes sur papiers A4
  - Profil en flèche graduée
  - Résumé des histoires

☞ **Guide d'entretien sur les itinéraires techniques de la production d'igname**

- 1) Combien de types (selon le nombre de récoltes) d'igname cultive-t-on dans le village ? :.....  
Les énumérer :.....
- 2) Quelles sont les différentes opérations culturales entrant dans la production de chaque type d'igname?
- 3) Quelles sont les variétés cultivées dans le village ?.....
- 4) Y a-t-il eu des variétés qui ont disparu des systèmes de culture du village ?  
Si oui, lesquelles ?.....  
Pour quelles raisons ?.....
- 5) Quelles sont les nouvelles variétés introduites au cours des dix dernières années ?.....  
..  
Qu'est-ce qui a justifié leur introduction ?.....
- 6) Quelles variétés se sont maintenues dans le temps ?..... ;
- 7) Quelles opérations sont spécifiques à certaines variétés ?

N°	Opérations culturales spécifiques	Variétés		

8) Temps et coûts des opérations culturales

N°	Opérations culturales spécifiques	Temps de travaux	Unités de mesures	Coûts (calendrier normal)	Variation de coûts selon le calendrier

- 9) Calendrier cultural de l'igname (diagramme) :.....
- 10) Quels sont les grands types de sols du village et leur importance (proportion) ?.....  
.....

11) Quels sont les indicateurs de sites favorables à la culture de l'igname ? (sol, végétation, topo séquence, .....)

9.1) Zones et types de sols où se pratique la culture de l'igname dans le village?

9.2) Particularités selon :

- Variétés d'igname : .....
- Ethnies : .....
- Autochtones/allochtones.....
- Age du producteur.....
- Sexe du producteur.....
- Niveau de prospérité.....
- Niveau d'instruction.....
- Accès à la main d'œuvre.....

12) Valeur de la production

- Estimation de la quantité de production en moyenne (unité locale) des deux dernières campagnes :
- Valeur moyenne de la production sur les 2 dernières campagnes : .....

13) Quelles sont les espèces agroforestières épargnées au cours des défrichements pour la production de l'igname : .....

Pour quelles raisons ? .....

☞ **Guide d'entretien sur les utilisations de l'igname et changement, structures des circuits de commercialisation**

- Relations entre vendeurs (producteurs, transformateurs) et acheteurs
- Autosuffisance alimentaire

Interlocuteurs (Producteurs, acheteurs, transformateurs)

1) Que faites-vous de la production de l'igname ?

- a) Auto-consommation
- b) Vente
- c) Transformation partielle ou totale : .....

2) Quels sont vos circuits d'écoulement ?

- a) Au champ      b) Village      c) Marché local régional ou national.....

.....  
.....  
3) Qui sont ceux qui achètent les produits ?

- Grands commerçants /\_\_\_/ Petits commerçants /\_\_\_\_\_/

4) Qui assure alors la transformation et la vente de la production ?

a- Femme    b) Enfants    c) Autres acheteurs    d) Lui même

.....  
5) La production annuelle permet-elle de subvenir à vos besoins alimentaires ?

Oui/\_\_\_/ Non/\_\_\_/

☞ **Guide d'entretien individuel sur le profil des producteurs**

*Interlocuteurs* : Echantillon de producteurs individuels (environ 2 ou 3) dans chaque catégorie de classement effectuée au A " de manière à avoir environ 8 entretiens individuels

*Lieu* : Maison, arbre à palabre, champ

*Introduction* : Présentation ou rappel de l'objectif du diagnostic

Sexe :

Age :

Origine :

*Thèmes/mots clés*

Caractérisation de l'itinéraire technique du producteur selon la typologie faite précédemment (Cf. description de l'itinéraire technique)

Raisons/motivations de la production d'igname (autoconsommation, commercialisation, motivation culturelle)

Histoire de la production d'igname (Première année de production d'igname, trajectoire et place dans la vie du producteur, période de gloire et période de chute, facteurs explicatifs)

Accès aux premiers semenciers (achat, don, prêt...)

Mode d'accès au foncier (faire valoir direct ou indirect)

Mode d'accès	Héritage	Don	Location	Métayage
Champs				
1 (nom local)				
2 (nom local)				
.				
N (nom local)				

Evolution de l'emblavure d'igname les 5 dernières années

Accès à la main d'œuvre (type de main d'œuvre : familiale, salariée, origine de la main d'œuvre salariée, type de contrat)

Accès au crédit (compte dans une institution financière, obtention de crédit, taux d'intérêt)

Accès aux intrants (utilisation ou non d'engrais minéraux et mécanisme d'accès)

Appartenance à une organisation paysanne (traditionnelle ou moderne)

Appui technique d'une structure d'intervention (CeCPA, R-D, PDRT, ONG, etc.)

Difficultés et contraintes rencontrées

Techniques :.....

Financières :.....

Foncières.....

Organisationnelles.....

Aléas climatiques

Stratégies développées pour surmonter ces difficultés

*Logistiques* : cahier, bic, guide d'entretien

### **Guide d'entretien sur le classement des producteurs d'igname**

*Interlocuteurs*

Entretien de groupe avec les personnes ayant une bonne connaissance de leur milieu (délégué du village, gros producteurs) : taille du groupe 4

*Introduction* : définition de l'objectif du travail avec les interlocuteurs

*Thèmes/mots clés* :

Etablissement de la liste exhaustive des producteurs d'igname avec les informateurs clés

(lieu: en retrait)

Echantillonnage des producteurs d'igname (taille maximum 30)

Catégorisation des producteurs d'igname par les informateurs clés

Capitalisation des critères de catégorisation

Exercice de pondération (sur 100 producteurs)

Information sur les producteurs n'ayant jamais produit l'igname, les producteurs ayant abandonné, les producteurs d'igname actuels (pondération)

Situation des femmes par rapport à la production d'igname (proportion)

*Logistique* : cahier de note

*Forme de présentation* : Matrice de critères, matrice de catégorisation des producteurs.

### Annexe 3:

Fiche d'évaluation de la biomasse<sup>1</sup> d'*Aeschynomene histrix* et sur la parcelle témoin en t/ha

Date : .....															
Village : .....															
Coordonnées GPS du Village : .....															
Nom et Prénom(s) du producteur : ..... ; Sexe : M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>															
Nom et Prénom(s) de l'enquêteur : .....															
Type d'essai : Rotation <i>Aeschynomene histrix</i> -igname comparée au témoin paysan															
Designation					Parcelle d' <i>Aeschynomene histrix</i>			Témoin (description :							
Nom de la zone (où se trouve la parcelle)															
Coordonnées GPS de la parcelle															
Type de sol (en terme local et scientifique)															
Niveau de fertilité du sol selon le producteur (indiquer pauvre, moyen ou riche) en se référant aux récoltes précédentes sur la parcelle améliorée et témoin															
Dimensions la parcelle d' <i>Aeschynomène</i> et de la parcelle témoin(m)															
Historique de la parcelle (de 2005 à 2008 et 2 saisons (S1 et S2) par année !) sur la parcelle améliorée et la parcelle témoin					Année	2005	2006	2007	2008		2005	2006	2007	2008	
					S1					S1					
					S2					S2					
Pente (indiquer entre bas-fonds, plateau, haut- pente, mi-pente ou bas-pente)															
Droit foncier (indiquer entre héritage, achat, don, prêt, métayage)															
Date de semis de <i>aeschynomene</i> (jour ; mois ; année)															
Système cultural sur parcelle améliorée (indiquer par une croix : <b>m1a</b> : <i>Aeschynomene</i> semer en pur ; ou <b>m1b</b> : <i>Aeschynomene</i> semer en association avec maïs; <b>m2a</b> : mode semis en poquet ; ou <b>m2b</b> : mode semis en ligne ; Pour la parcelle témoin (indiquer le système cultural)					m1a	<input type="checkbox"/>	m1b	<input type="checkbox"/>							
					m2a	<input type="checkbox"/>	m2b	<input type="checkbox"/>							
Ecartement sur <i>Aeschynomene</i> (à indiquer en mètre) : <b>m3</b> : écartement entre ligne; <b>m4</b> : écartement entre poquet dans le cas du dispositif en poquet					m3 :										
					m4 :										
Durée de la jachère de <i>Aeschynomene</i> (mois) et sur la parcelle témoin (si c'était une jachère)															
Poids frais biomasse d' <i>aeschynomène</i> ou (de la jachère naturelle ou du précédent cultural pour le témoin) dans cadre 1 en kg.															
Poids frais biomasse d' <i>aeschynomène</i> ou (de la jachère naturelle ou du précédent cultural pour le témoin) dans cadre 2 en kg.															
Poids frais biomasse d' <i>aeschynomène</i> ou (de la jachère naturelle ou du précédent cultural pour le témoin) dans cadre 3 en kg.															
Poids frais biomasse d' <i>aeschynomène</i> ou (de la jachère naturelle ou du précédent cultural pour le témoin) dans cadre 4 en kg.															
Poids frais échantillon <sup>(2)</sup> biomasse d' <i>aeschynomène</i> ou la biomasse sur la parcelle témoin en g (prélever un échantillon de 100 g au maximum sur chaque parcelle pour la biomasse de <i>Aeschynomene</i> et du témoin à mettre en attendant dans un sachet noir de 50 F pour un pré-séchage)															
Poids sec échantillon <sup>(3)</sup> biomasse d' <i>aeschynomène</i> et de la biomasse de la parcelle témoin en g (pour l'étuve à mon arrivée)															

### Annexe 4:

Fiche d'évaluation de la biomasse de *Gliricidia sepium* et *Aeschynomene histrix* en t/ha

Date : .....	
Coordonnées GPS du village : .....	
Nom et Prénom(s) du producteur : ..... Sexe : M <input type="checkbox"/> ..F <input type="checkbox"/>	
Nom et Prénom(s) de l'enquêteur : .....	
Type d'essai : Rotation <i>Aeschynomene histrix</i> -igname sur sole de <i>Gliricidia sepium</i>	

**Evaluation de la production d'émondes des arbustes<sup>1</sup> de *Gliricidia sepium* en t/ha**

Désignation	<i>Parcelle Gliricidia et Aeschynomene</i>					Observations
Nom de la zone (où se trouve la parcelle).						
Coordonnées GPS de la parcelle						
Type de sol (en terme local et scientifique).						
Niveau de fertilité du sol selon le producteur (indiquer pauvre, moyen ou riche) en se référant aux récoltes précédentes.						
Dimensions de la parcelle m (en tenant compte de l'étendue du houppier des arbustes de bordure)						
Historique de la parcelle (de 2005 à 2008 et 2 saisons par année !).		<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	
	<b>Saison1</b>					
	<b>Saison2</b>					
Pente (indiquer entre bas-fonds, plateau, haut- pente, mi-pente ou bas-pente).						
Droit foncier (indiquer entre héritage, achat, don, prêt ou métayage).						
Date de plantation de Gliricidia; (jour, mois; année).						
Mode de plantation (indiquer semis direct des graines, boutures, plants en pot ou sauvageons)						
Dispositif des arbustes (indiquer en quinconce ou carré)						
Durée de la jachère (mois)						
Nombre d'arbustes sur la parcelle						
Ecartement entre arbustes.						
Date de la coupe (jour; mois; année)						
Nombre de coupe précédente						
Hauteur de la coupe (m)						
Poids frais émondes de l'arbuste 1 (kg).						
Poids frais émondes de l'arbuste 2 (kg).						
Poids frais émondes de l'arbuste 3 (kg).						
Poids frais émondes de l'arbuste 4 (kg).						
Poids frais échantillon émondes (g)						
Poids sec échantillon émondes(g) .						

<sup>1</sup> Choisir 4 arbustes sur la parcelle pour l'évaluation des émondes et bois.

**Evaluation de la production de bois de *Gliricidia sepium* en t/ha**

Désignation	<i>Parcelle d'Aeschynomene et Gliricidia</i>	Observations
Poids frais bois de l'arbuste1 (kg).		
Poids frais bois de l'arbuste 2 (kg).		
Poids frais bois de l'arbuste 3 (kg).		
Poids frais bois de l'arbuste 4 (kg).		
Poids frais échantillon bois (g)		
Poids sec échantillon bois(g) .		

**Evaluation de la biomasse<sup>2</sup> de *Aeschynomene histrix* en t/ha**

Désignation	<i>Parcelle d'Aeschynomene et Gliricidia</i>	Observations
Date de semis de aeschynomene (jour ; mois ; année)		
Durée de la jachère (mois)		
Poids frais biomasse d'aeschynomène dans cadre 1 en kg.		
Poids frais biomasse d'aeschynomène dans cadre 2 en kg.		
Poids frais biomasse d'aeschynomène dans cadre 3 en kg.		
Poids frais biomasse d'aeschynomène dans cadre 4 en kg.		
Poids frais échantillon biomasse d'aeschynomène en g		
Poids sec échantillon biomasse d'aeschynomène <sup>3</sup> en g		

<sup>2</sup> Utiliser un cadre de 1 m<sup>2</sup> (1 m × 1 m) pour l'évaluation de la biomasse à poser quatre fois sur la parcelle d'essai.

<sup>3</sup> Aérer les échantillons et faire un pré-séchage sans perdre le contenu des sachets, avant la mise à l'étuve à 80° C pendant 3 jours.

## Annexe 5:

### Suivi-évaluation des systèmes traditionnels de production d'igname

Nom de l'enquêteur : .....

.N° fiche / \_\_\_\_\_ /

Coordonnées géographiques : Longitude:

Latitude:

Altitude:

Caractéristiques	Codes	Inscrire la réponse
A.1. Commune (COMM)	1= Dassa-Zoumè, 2= Glazoué, 3= Ouessè, 4= Savalou, 5= Savè,	
A.2. Village (VILLAG)	1= Adjanoudoho, 2= Aklankpa, 3= Tchètti, 4= Djagballo 5= Gbanlin, 6= Toui-gare ; 7= Dani, 8= Katakou; 9= Magoumi, 10= Boubou	
A.3. Nom et Prénom de l'enquêté (NOMPRES)		
A.4. Autochtone ou allochtone du village (ORIGIN)	1= natif du village (résident), sinon (migrant résident)=0	
A.5. Sexe (SEX)	1= masculin, sinon =0	
A.6. Ethnie(ETHN)		
A.7. Âge (AGE)	Nombre d'années	
A.8. Niveau d'instruction (NIVINST)	1= Oui (au moins 6 ans d'éducation formelle); 0 = sinon	
A.9. Nombre d'années d'expérience dans la production d'igname (EXPE)	Nombre	
A.10. Taille du ménage (TAIMEN)	< 14 ans	Masculin (nombre)
		Féminin (nombre)
	15-60 ans	Masculin (nombre)
		Féminin (nombre)
	>60 ans	Masculin (nombre)
		Féminin (nombre)
A.11. Membres actifs du ménage qui travaillent en permanence pour la production d'igname (MEMACT)	8-14 ans	Masculin (nombre)
		Féminin (nombre)
	15-60 ans	Masculin (nombre)
		Féminin (nombre)
	>60 ans	Masculin (nombre)
		Féminin (nombre)
A.12. Mode d'acquisition de la parcelle d'igname (MODAC)	Faire-valoir direct (→ propriétaire, oui=1), sinon = 0	
A.13. Position de la parcelle (POSIPAR)	1=Haut de pente ; 2= plateau ; bas de pente (bas-fond)= 3	
A.14. Superficie totale cultivée (ST_CULT)	m²	
A.15. Superficie totale en igname (ST_IGNA)	m²	
A.16. Superficie totale en jachère (S_JACH)	m²	
A.17. Intensité d'utilisation de la terre (INT_UT)	Le nombre de champ cultivé autour de la parcelle d'observation (0-4)	
A.18. Niveau de matériel agricole (NIVMAT)	Nombre de coupe-coupe, houe/dabas	
A.19. Niveau annuel moyen de revenu (CAPITAL)	Valeur (FCFA)	
A.20. Main-d'œuvre salariée en grande et petite saison 2009, combien ? (MAINOS)	Effectif des hommes	
	Nombre de jours de travail	
	Effectif des femmes	
	Nombre de jours de travail	
	Dépenses effectuées (en FCFA)	
A.21. Entraide en grande et petite saison 2009, combien ? (ENTRA)	Masculin (nombre)	
	Féminin (nombre)	
A.22. Vend t-il la main d'œuvre ? (VENDMA)	1= oui ; 0= sinon	
A.23.Type de Système (TYPYST)	1= Défriche forestière, 2= Défriche sur jachère, 3= Bas-fonds, 4= Précédent maïs, 5= Précédent maïs+sorgho, 6= Précédent Andropogon; 7= Précédent biomasse anacardier, 8= Précédent soja; 9= Précédent arachide, 10= Précédent Cajanus ; 11= Précédent igname ; 12= Précédent parage ; 13= autres (préciser)	
A.24. Durée jachère (cas de défriche sur jachère) (DURJACH)	Nombre d'années	
A.25. Nombre d'années de culture sur la parcelle	Nombre d'année (préciser)	
A.26. Variété d'igname (VARIGN)	1= Laboko, 2= Tanguéta, 3= Gangni, 4= Florido, 5= Kokoro, 6= Gnidou; 7= Efflou, 8= Klatchi; 9= Gnalabo, 10= Anago ; 11= autres (préciser)	
A.27.Igname en association avec autres cultures vivrières ? (ASSOCI)	1= oui ; 0= sinon	
A.28. Nombre de cultures associées (NBASS)	Nombre (préciser le(s) culture(s)) :	
A.29. Données pluviométriques mensuelles (PL_1-12)	A collecter par village	
A.30. Précédent engrais minéraux (P_ENGRAIS) ?	1= oui ; 0= sinon	
A.31. Caractéristiques physico-chimiques (SOL)	Prélèvement échantillon composite de sol (0-15 cm et 15-30 cm)	
A.32. Date de plantation (D_PLT)	Jour/mois/année	
A.33. Superficie de 4 buttes (m²) (S_BUT)	Superficie (m²)	
A.34. Densité à la plantation (Dens_PLT)	Nombre de buttes	
A.35. Densité à la récolte (Dens_REC)	Nombre de buttes portant des tubercules	
A.36. Taille d'une butte (m) (T_BUT)	Hauteur (m)	



Caractéristiques	Codes	Inscrire la réponse
A.37. Nombre de sarclage (N_SARC)	Nombre	
A.38. Date de 1 <sup>ère</sup> récolte (D_REC1)	Jour/mois/année (→ variété précoce)	
A.39. Date de 2 <sup>ème</sup> récolte (D_REC2)	Jour/mois/année (→ variété précoce)	
A.40. Date de récolte unique (D_REC3)	Jour/mois/année (→ variété tardive)	
A.41. Poids frais moyen par butte en gramme (PF_BUT)	Variété ( ) PF1: PF2: PF3: PF4:	
	Variété ( ) PF1: PF2: PF3: PF4:	
	Variété ( ) PF1: PF2: PF3: PF4:	
	Variété ( ) PF1: PF2: PF3: PF4:	
A.42. Poids frais échantillon par butte en gramme (PFE_BUT)	Variété ( ) PFE:	
	Variété ( ) PFE:	
	Variété ( ) PFE:	
	Variété ( ) PFE:	
A.43. Circonférence moyenne des tubercules en cm (DI_TUBE)	Variété ( ) DT1: DT2: DT3: DT4:	
	Variété ( ) DT1: DT2: DT3: DT4:	
	Variété ( ) DT1: DT2: DT3: DT4:	
	Variété ( ) DT1: DT2: DT3: DT4:	
A.44. Longueur moyenne tubercules en cm (L_TUBE)	Variété ( ) LT1: LT2: LT3: LT4:	
	Variété ( ) LT1: LT2: LT3: LT4:	
	Variété ( ) LT1: LT2: LT3: LT4:	
	Variété ( ) LT1: LT2: LT3: LT4:	
A.45. Niveau du cheptel (NIVCHEP)	Nombre d'animaux (ovin, bovin, caprin, porcin)	
A.46. Membre d'une association paysanne (MEMB)	1= oui ; 0= sinon Si oui préciser le nom	
A.47. Contact avec les agents de changements pour l'igname (au moins un contact régulier par mois → 1 et 0 sinon) (CONTACT)	CeRPA, Recherche, Projet, ONG (1= oui); 0= sinon	
A.48. Obtention de crédit pour la production d'ignames/transformation? (CREDIT)	1= oui ; 0= sinon	
A.49. Accès aux intrants (INTRANT)	Accès aux intrants (semenceaux d'igname, engrais ?) : 1= oui (accès facile) ; 0= sinon	
A.50. Accès au marché (MARCHE)	1= oui (accès facile) ; 0= sinon	
A.51. Commercialisation de l'igname et produits dérivés (COMMER)	1= oui (sans difficulté) ; 0= sinon	
A.52. Mode de vente dominant des ignames (MOVENTE)	1= Vente bord champ ; 2= Vente au village ; 3=vente au marché local ; 4= Vente au marché Glazoué	
A.53. Lieu dominant de vente (LIEU_V)	Vbc=1 ; Vv=2, Vmc=3, Vmg=4	
A.54. Utilisation dominante des produits de récolte (P_rec)	Auto=1 ; Ven=2 ; Trans=3	
A.55. Motif dominant de vente (M_Vente)	Cér= 1; Sco= 2; In= 3; Cons= 4; Mat= 5; Autres	
A.56. Prix de Vente du kg igname en FCFA (PRIX_V)	Variété ( ) PVbc:.....PVv :.....PVmc:.....PVmG :.....	
	Variété ( ) PVbc:.....PVv :.....PVmc:.....PVmG :.....	
	Variété ( ) PVbc:.....PVv :.....PVmc:.....PVmG :.....	
	Variété ( ) PVbc:.....PVv :.....PVmc:.....PVmG :.....	

Vbc : Vente bord champ ; Vv : Vente au village ; Vmc : Vente au marché local ; Vmg : Vente au marché Glazoué

Auto= Autoconsommation ; Ven=Vente, Trans=Transformation ; Semen=Semenceaux

Cér= Cérémonie ; Sco=Scolarisation, In=Investissement en agriculture, Cons=Construction, Mat= matériels, autres

PVbc : prix de vente bord champ ; PVv : prix de vente au village ; PVmc : prix de vente au marché local ; PVmg : prix de vente au marché Glazoué

## Annexe 6:

### Suivi-évaluation des systèmes améliorés de production d'igname

Nom de l'enquêteur: .....

.N° fiche / \_\_\_\_\_/

Coordonnées géographiques : Longitude:

Latitude:

Altitude:

Caractéristiques	Codes	Inscrire la réponse
A.1. Commune (COMM)	1= Dassa-Zoumè, 2= Glazoué, 3= Ouessè, 4= Savalou, 5= Savè,	
A.2. Village (VILLAG)	1= Adjanoudoho, 2= Aklankpa, 3= Tchètti, 4= Djagballo 5= Gbanlin, 6= Toui-gare ; 7= Dani, 8= Katakou; 9= Magoumi, 10= Boubou ; 11= Miniffi ; 12= Gomè ; 13= Akpéro; 14= Ouèdème ; 15= Lahotan ; 16= Assaba ; 17= Bantè-Centre ; 18= Okoutadjaba ; 19= Cloubou ; 20= Atchakpa ; 21= Ouoghi ; 22= Kèmon ; 23= Atata ; Ouessè-Centre ; 24= Wokpa ; 25= Akoba	
A.3. Nom et Prénom de l'enquêté (NOMPRES)		
A.4. Autochtone ou allochtone du village (ORIGIN)	1= natif du village (résident), sinon (migrant résident)=0	
A.5. Sexe (SEX)	1= masculin, sinon =0	
A.6. Ethnie (ETHN)		
A.7. Âge (AGE)	Nombre d'années	
A.8. Niveau d'instruction (NIVINST)	1= Oui (au moins 6 ans d'éducation formelle); 0 = sinon	
A.9. Nombre d'années d'expérience dans la production d'igname (EXPE)	Nombre d'années	
A.10. Taille du ménage (TAIMEN)	< 14 ans	Masculin (nombre)
		Féminin (nombre)
	15-60 ans	Masculin (nombre)
		Féminin (nombre)

Caractéristiques	Codes		Inscrire la réponse
	>60 ans	Masculin (nombre) Féminin (nombre)	
A.11. Membres actifs du ménage qui travaillent en permanence pour la production d'igname (MEMACT)	8-14 ans	Masculin (nombre)	
		Féminin (nombre)	
	15-60 ans	Masculin (nombre)	
		Féminin (nombre)	
	>60 ans	Masculin (nombre) Féminin (nombre)	
A.12. Mode d'acquisition de la parcelle d'igname (MODAC)	Faire-valoir direct (➔ propriétaire, oui=1), sinon = 0		
A.13. Position de la parcelle (POSIPAR)	1=Haut de pente ; 2= plateau ; bas de pente (bas-fond)= 3		
A.14. Nombre d'années d'exploitation de la parcelle (Nbr_Expl)	Nombre d'années		
A.15. Superficie totale cultivée (ST_CULT)	m²		
A.16. Superficie totale en igname (ST_IGNA)	m²		
A.17. Superficie totale en jachère (S_JACH)	m²		
A.18. Intensité d'utilisation de la terre (INT_UT)	Le nombre de champ cultivé autour de la parcelle d'observation (0-4)		
A.19. Niveau de matériel agricole (NIVMAT)	Nombre de coupe-coupe, houe/dabas		
A.20. Niveau annuel moyen de revenu (CAPITAL)	Valeur (FCFA)		
A.21. Main-d'œuvre salariée en grande et petite saison 2009, combien ? (MAINOS)	Effectif des hommes		
	Nombre de jours de travail		
	Effectif des femmes		
	Nombre de jours de travail		
	Dépenses effectuées (en FCFA)		
A.22. Entraide en grande et petite saison 2009, combien ? (ENTRA)	Masculin (nombre)		
	Féminin (nombre)		
A.23. Vend t-il la main d'œuvre ? (VENDMA)	1= oui ; 0= sinon		
A.24. Type de Système (TYPYSYST)	1= Précédent Aeschynomène, 2= Précédent Gliricidia+Aeschynomène		
A.25. Variété d'igname (VARIGN)	1= Laboko, 2= Tanguiéta, 3= Gangni, 4= Florido, 5= Kokoro, 6= Gnidou, 7= Efflou, 8= Klatchi, 9= Gnalabo, 10= Anago ; 11= autres (préciser)		
	(en gramme)		
A.26. Biomasse moyenne fraîche de Aeschynomène par m² (BioF_Ae)	(en gramme)		
A.27. Biomasse moyenne sèche de Aeschynomène par m² (BioS_Ae)	(en gramme)		
A.28. Biomasse moyenne fraîche de Gliricidia par arbuste (BioF_Gl)	(en gramme)		
A.29. Biomasse moyenne sèche de Gliricidia par arbuste (BioS_Gl)	(en gramme)		
A.30. Âge de Gliricidia (Age_Gl)	Nombre d'année		
A.31. Densité de Gliricidia à l'hectare (Dens_Gl)	(Préciser le nombre d'arbustes et la superficie occupée (Longueur×largeur))		
A.32. Nombre de coupe de Gliricidia en 2009 (Nbr_coup)	Nombre		
A.33. Qualité de la biomasse de Aeschynomène (Qual_Aes)	Caractéristique chimique des feuilles d'Aeschynomene		
A.34. Qualité de la biomasse de Gliricidia (Qual_Aes)	Caractéristiques chimiques des feuilles de Gliricidia		
A.35. Données pluviométriques mensuelles (PL_1-12)	A collecter par village si possible		
A.36. Précédent engrais minéraux (P_ENGRAIS) ?	1= oui ; 0= sinon		
A.37. Caractéristiques physico-chimique du sol (SOL)	Prélèvement échantillon composite de sol (0-15 cm et 15-30 cm)		
A.38. Date de plantation (D_PLT)	Jour/mois/année		
A.39. Superficie de 4 buttes (m²) (S_BUT)	Superficie (m²)		
A.40. Densité à la plantation (Dens_PLT)	Nombre de buttes		
A.41. Densité à la récolte (Dens_REC)	Nombre de buttes portant des tubercules		
A.42. Taille d'une butte (m) (T_BUT)	Hauteur (m)		
A.43. Nombre de sarclage (N_SARC)	Nombre		
A.44. Date de 1 <sup>ère</sup> récolte (D_REC1)	Jour/mois/année (➔ variété précoce)		
A.45. Date de 2 <sup>ème</sup> récolte (D_REC2)	Jour/mois/année (➔ variété précoce)		
A.46. Date de récolte unique (D_REC3)	Jour/mois/année (➔ variété tardive)		
A.47. Poids frais moyen par butte en gramme (PF_BUT)	Variété ( )	PF1: PF2: PF3: PF4:	
	Variété ( )	PF1: PF2: PF3: PF4:	
	Variété ( )	PF1: PF2: PF3: PF4:	
	Variété ( )	PF1: PF2: PF3: PF4:	
A.48. Poids frais échantillon par butte en gramme (PFE_BUT)	Variété ( )	PFE:	
	Variété ( )	PFE:	
	Variété ( )	PFE:	
	Variété ( )	PFE:	
A.49. Circonférence moyenne tubercules en cm (DI_TUBE)	Variété ( )	DT1: DT2: DT3: DT4:	
	Variété ( )	DT1: DT2: DT3: DT4:	
	Variété ( )	DT1: DT2: DT3: DT4:	
	Variété ( )	DT1: DT2: DT3: DT4:	
A.50. Longueur moyen Tubercule en cm (L_TUBE)	Variété ( )	LT1: LT2: LT3: LT4:	
	Variété ( )	LT1: LT2: LT3: LT4:	
	Variété ( )	LT1: LT2: LT3: LT4:	
	Variété ( )	LT1: LT2: LT3: LT4:	
A.51. Cheptel (NIVCHEP Niveau du cheptel)	Nombre d'animaux (ovin, bovin, caprin, porcin)		

Caractéristiques	Codes	Inscrire la réponse
A.52. Membre d'une association paysanne (MEMB)	1= oui ; 0= sinon Si oui préciser le nom	
A.53. Contact avec les agents de changement pour l'igname (au moins un contact régulier par mois → 1 et 0 sinon) (CONTACT)	CeRPA, Recherche, Projet, ONG (1= oui); 0= sinon	
A.54. Participation à une expérimentation ou formation sur la technologie (EXFFOR)	1= oui ; 0= sinon	
A.55. Participation à une restitution villageoise sur la technologie (REST)	1= oui ; 0= sinon	
A.56. Obtention de crédit pour la production d'ignames/transformation? (CREDIT)	1= oui ; 0= sinon	
A.57. Accès aux intrants (INTRANT)	Accès aux intrants (semences d'igname, engrais ?) : 1= oui (accès facile) ; 0= sinon	
A.58. Accès au marché (MARCHE)	1= oui (accès facile) ; 0= sinon	
A.59. Commercialisation de l'igname et produits dérivés (COMMER)	1= oui (sans difficulté) ; 0= sinon	
A.60. Lieu dominant de vente (LIEU_V)	Vbc=1 ; Vv=2, Vmc=3, Vmg=4	
A.61. Utilisation dominante des produits de récolte (P_rec)	Auto=1 ; Ven=2 ; Trans=3	
A.62. Motif dominant de vente (M_Vente)	Cér= 1; Sco= 2; In= 3; Cons= 4; Mat= 5; Autres	
A.63. Prix de Vente du kg igname en FCFA (PRIX_V)	Variété ( ) PVbc:.....PVv :.....PVmc:.....PVmG :.....	
	Variété ( ) PVbc:.....PVv :.....PVmc:.....PVmG :.....	
	Variété ( ) PVbc:.....PVv :.....PVmc:.....PVmG :.....	
	Variété ( ) PVbc:.....PVv :.....PVmc:.....PVmG :.....	

Vbc : Vente bord champ ; Vv : Vente au village ; Vmc : Vente au marché local ; Vmg : Vente au marché Glazoué

Auto= Autoconsommation ; Ven=Vente, Trans=Transformation ; Semen=Semences

Cér= Cérémonie ; Sco=Scolarisation, In=Investissement en agriculture, Cons=Construction, Mat= matériels, autres



PVbc : prix de vente bord champ ; PVv : prix de vente au village ; PVmc : prix de vente au marché local ; PVmG : prix de vente au marché Glazoué




## Annexe 7:

### Fiche d'évaluation au Stade végétatif des maladies et agents pathogènes de l'igname

Date : .....	
Village : .....	
Coordonnées GPS du Village : .....	
Nom de la zone (où se trouve la parcelle) : .....	
Nom et Prénom(s) du producteur : .....	Sexe : M. <input type="checkbox"/> F. <input type="checkbox"/>
Nom et Prénom(s) de l'enquêteur : .....	
-Système amélioré de culture: Aeschynomene-igname : <input type="checkbox"/>	Aeschynomene+Gliricidia-igname : <input type="checkbox"/>
-Système traditionnel de culture (Nom local et description succincte) : <input type="text"/>	
Aeschynomene+parcage-igname : <input type="checkbox"/>	

#### Suivi au stade végétatif de la culture de l'igname

Désignation		Système amélioré de culture						Système traditionnel de culture							Observations
		Variétés précoces			Variétés tardives			Variétés précoces			Variétés tardives				
		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1	V2	V3	V4	V5	V6		
Dimensions de la parcelle élémentaire en m (par variété)															
Date de confection des buttes															
Date de mise en terre des semenceaux d'igname															
Nombre de buttes d'igname sur la parcelle élémentaire															
Nombre de buttes attaquées															
Maladies virales														Nombre de buttes	
	Chloroses													Sévérité	
														Nombre de buttes	

		Sévérité	Nombre de buttes	Sévérité	Nombre de buttes	Sévérité	Nombre de buttes	Sévérité
Mosaïques								
 Lacets de Chaussures								
 Argenture								
 Corticium								

Préciser les variétés précoces (nom local) : V1 :

**V2 :**

V3 :

Préciser les variétés tardives(nom local) : V4 :

**V5 :**

**V6 :**

Evaluer la sévérité des attaques due aux maladies et ravageurs invertébrés 60 jours après plantation des semenceaux selon la grille de notation suivante:

-0: pas de symptôme sur les plants (feuilles saines, intactes) ; 1: attaque légère sur la feuille ; -2: attaques à 50% sur la feuille

## **Annexe 8:**

## Fiche d'évaluation au stade de récolte des maladies, agents pathogènes et rendement de l'igname

Date de la première récolte (variétés précoces):.....Date de la deuxième récolte (variétés précoces):.....Date de la récolte unique (variétés tardives):.....			
Village : .....			
Coordonnées GPS du Village : .....			
Nom de la zone (où se trouve la parcelle) : .....			
Nom et Prénom (s) du producteur : .....		Sexe : M ... <input type="checkbox"/>	F. ; .. <input type="checkbox"/>
Nom et Prénom(s) de l'enquêteur : .....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-Système amélioré de culture: Aeschynomene-igname : .....		Aeschynomene+Gliricidia-igname : .....	
-Système traditionnel de culture (Nom local et description succincte) : <input type="text"/>		Aeschynomene+parcage-igname : <input type="text"/>	

### Suivi des parcelles au stade de récolte des tubercules et semenceaux d'igname

Désignation		Système amélioré de culture						Système traditionnel de culture							Observations
		Variétés précoces			Variétés tardives			Variétés précoces			Variétés tardives				
		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1	V2	V3	V4	V5	V6		
Dimensions de la parcelle élémentaire en m (par variété)															
Nombre de buttes d'igname sur la parcelle élémentaire															
Nombre de buttes sans tubercules															
Nombre de tubercules total sur la parcelle élémentaire															
Nombre de tubercules attaqués sur la parcelle élémentaire															
Nombre de semenceaux total					X	X	X				X	X	X		
Nombre de semenceaux attaqués					X	X	X				X	X	X		
														1 0 m br	No






## Annexe 9:

### Fiche d'évaluation des maladies, agents pathogènes au stade de stockage et conservation de l'igname

Date : .....  
 Village : .....  
 Coordonnées GPS du Village : .....  
 Nom de la zone : .....  
 Nom et Prénom (s) du producteur : ..... Sexe : M ☐ F : ☐  
 Nom et Prénom(s) de l'enquêteur : .....  
 -Système amélioré de culture: Aeschynomene-igname : ☐ Aeschynomene+Gliricidia-igname : ☐ Inyomene+parcage-igname : ☐ traditionnel de culture ☐  
 -Système amélioré de stockage et conservation (description succincte) : .....  
 -Système traditionnel de stockage (Nom local et description succincte) : .....

#### Suivi des tubercules et semenceaux d'igname au stade de stockage et conservation

Désignation		Système amélioré de stockage et conservation d'igname						Système traditionnel de stockage et conservation d'igname								Observations
		Variétés précoces			Variétés tardives			Variétés précoces			Variétés tardives					
		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1	V2	V3	V4	V5	V6			
Nombre total de tubercules d'igname stockés																
Nombre de tubercules attaqués																
Nombre total de semenceaux d'igname stockés																
Nombre de semenceaux d'igname attaqués																
Attaques des Pathogènes														1 2 0 0 0	No m br é	
														1 2 0 0 0	Sevérité	
	Nématodes à galles													2e		
														1 2 0 0 0	No m br é	
														1 2 0 0 0	Sevérité	
	Nématodes à lésions													2e		
														1 2 0 0 0	Nombre de tuber.	
														1e 2e	Sevérité	
	Cochenille farineuse													2e		
														1 2 0 0 0	Nombre de tuber.	
														1 2 0 0 0	Sevérité	
	Pourriture sèche/molle													2e		
	Mycélium													1 2 0 0 0	Nombre de tuber.	
														1 2 0 0 0	Sevérité	
Poids frais total semenceaux (Kg)																

Préciser les variétés précoces (nom local) : V1 :

V2 :

V3 :

Préciser les variétés tardives(nom local) : V4 :

V5 :

V6 :

Evaluer la sévérité des attaques due aux maladies et ravageurs à la récolte selon la grille de notation suivante:

0: pas de symptôme sur les tubercules/semenceaux d'igname ; 1: attaque légère; 2: attaque à 50% sur les tubercules ; 3: tubercules entièrement attaqués

NB : Les observations seront effectuées par quinzaine (15 jours) pour évaluer la dynamique d'attaques à la récolte

1e : Première récolte des variétés précoces ; 2e : Deuxième récolte des variétés précoces ; Nombre de tuber. : Nombre de tubercules ou nombre de semenceaux d'igname